Beschreibung

POLYSKOP II

SWOB

BN 4245/50

BN 4245/60

ENGLISH INSTRUCTION BOOK
see page 109

R 21789 Bl. 1

1.

Bitte lesen Sie vor **Inbetriebnahme** Ihres neuen Rohde & Schwarz-Gerätes den zunächst wichtigsten Teil dieser Beschreibung: die Bedienungsanleitung.

Anhand der Zusammenstell-Vorschrift (ZV) – das ist die Liste am Schluß – können Sie prüfen, ob die Beschreibung in allen Teilen komplett ist und dem vorgeschriebenen Änderungszustand (ÄZ) entspricht.

Reklamationen bitte mit Angabe der in der rechten unteren Ecke der ZV genannten R-Nr. und der Pos.-Nr. (siehe Postkarte Anschriftseite).

2.

Wir möchten unsere **Kundenkartei** ausbauen und Sie auch in Zukunft mit Neuentwicklungen bekannt machen. Außerdem interessiert uns, was zum Kauf dieses R&S-Gerätes bei Ihnen den Ausschlag gab.

Bitte senden Sie uns deshalb untenstehende Postkarte ausgefüllt zurück.

Vielen Dank im voraus, und vor allem ungetrübte Freude mit Ihrem R&S-Gerät!

3.

Zur **Ersatzteilbeschaffung** wenden Sie sich am besten an Ihre nächstgelegene R&S-Vertretung oder an Rohde & Schwarz, D 8000 München 80, Postfach 801469; Tel. (0811) 4129-465, Telex 523703, Telegramm: rohdeschwarz muenchen.

Bei der Bestellung eines Ersatzteils bitte angeben:

- Kennzeichen und R&S-Sach-Nr. des schadhaften Bauteils (gemäß Schaltteilliste)
- Typ bzw. Bestellbezeichnung sowie Fertigungsnummer (FNr) des Gerätes (gemäß Frontplattenbeschriftung)
- Genaue Lieferanschrift (Absender)

Werbeantwort

An
ROHDE & SCHWARZ
Abteilung 5 ZI
D 8000 München 80
Postfach 801469

Absender:

Die Beschreibung zu umseitigem Gerät ist nicht komplett.
Bitte senden Sie laut ZV-R-Nr.

folgende Pos.-Nr.:

R 14300

Ich erwarb das R&S-Gerät .....

vom Typ ..... mit der Bestell- bzw. Ident-Nr. .....

Kennen lernte ich es durch*:

Neues von R&S, Anzeige, Katalog, Datenblatt, Applikationsblatt, Werbebrief, Vertreterbesuch, persönl. Empfehlung, Messe, Vorführbus, Ausschreibung, Sonstiges:

Den Kaufausschlag gab*:

Technische Überlegenheit, Lebensdauer, bequeme Bedienbarkeit, Preis, Service-gerechter Aufbau, R&S-Service, Erfahrung mit anderen R&S-Geräten, Sonstiges:

* Zutreffendes bitte unterstreichen

Inhaltsverzeichnis

1 Eigenschaften 7

1.1 Kurze Funktionsbeschreibung 7

1.2 Technische Daten des P O L Y S K O P II 8

2 Bedienung des P O L Y S K O P II 13

2.1 Inbetriebnahme 13

2.2 Interne Überprüfung, Kurzschlußmessung 13

2.21 Kontrolle der EMK 14

2.22 Messung der Ausgangsspannung (U_a) 15

2.23 Messung des Frequenzganges im Kurzschluß 15

2.24 Darstellung von zwei Meßwerten 16

2.3 Einstellen eines definierten Frequenzhubes 16

2.4 Einblenden einer Fremdmarke 17

2.5 Messungen mit HF-Tastkopf 17

2.6 Untersuchungen an Meßobjekten mit eingebauten Gleichrichtern 18

2.7 Amplitudenmessung 21

3 Anwendungsbeispiele 21

3.01 Messung an Einzelkreisen 21

3.011 Einspeisung eines Meßobjektes 22

3.012 Messung der Resonanzfrequenz 22

3.013 Messung der Kreisgüte 25

3.014 Möglichkeiten der Fehlmessung 25

3.02 Messung an Bandfiltern 25

3.021 Meßaufbau und Einspeisung 26

3.022 Messung der Bandbreite 26

3.023 Einstellung der Bandfilterkopplung 26

3.024 Möglichkeiten der Fehlmessung 26

3.025 Messung und Abgleich von mehrstufigen Zwischenfrequenz-Verstärkern 29

3.03 Begrenzer und Diskriminator 29

3.031 Begrenzer 29

3.032 Diskriminator 30

3.033 Möglichkeiten der Fehlmessung 30

3.04 Abgleich von Filtern 31

3.041 Einspeisung des Meßobjektes 32
3.042 Messung 32
3.043 Auswertung der Messung 32
3.044 Filterabgleich nach Muster 33
3.045 Möglichkeiten der Fehlmessung 33
3.05 Messung der Stufenverstärkung 33
3.06 Videoverstärker und Kettenverstärker 34
3.061 Möglichkeiten der Fehlmessung 34
3.07 Frequenzbestimmung aktiver Zweipole 35
3.071 Meßverfahren 35
3.072 Meßanordnung 35
3.08 Kontrolle der Frequenzeichung an Empfängern 36
3.081 Meßverfahren 36
3.09 Abgleich von Fernsehempfänger-Baugruppen 37
3.10 Messung an Antennenverstärkern 37
3.11 Aufspüren schlechter Erdstellen und Erdschleifen 37
3.111 Meßaufbau 37
3.112 Möglichkeiten der Fehlmessung 38
3.12 Messungen an Kabeln, Kabelkupplungen und Abschlußwiderständen 38
3.121 Meßverfahren und Meßaufbau 40
3.122 Bestimmung des Z-Wertes 41
3.123 Bestimmung der Dielektrizitätskonstante 42
3.124 Ermittlung der Kabeldämpfung 42
3.125 Beurteilung der Homogenität 43
3.126 Messung mit fehlabgeschlossenem Kabel 43
3.127 Ermittlung des Phasenwinkels des Reflexionsfaktors 47
3.128 Möglichkeiten der Fehlmessung 48

4 Vermeiden von Fehlmessungen 49

4.1 Fehlmessung durch Einstellung eines zu großen Frequenzhubes 50
4.2 Übersteuerung des Meßobjektes 50
4.3 Fehlmessungen durch Klirrfaktor 50
4.4 Brummschleifen, HF-Schleifen 51
4.5 Fehler durch Übersteuerung der Anzeigeverstärker 51
4.6 Fehler durch Fremdoszillatoreinstreuung 52
4.7 Für folgende Messungen ist das POLYSKOP auf Grund seiner gesamten Konzeption ungeeignet: 52

Stichwortverzeichnis zur Funktionsbeschreibung 53

5 Funktionsbeschreibung 55

5.1 Senderteil 55
5.2 Anzeigeteil 63
5.3 Markengenerator 68
5.4 Stromversorgung 69

6 Datenblatt zum POLYSKOP II
mit Bestellbezeichnungen für Zubehör 75

6.1 Eigenschaften des Senderteiles 75
6.2 Eigenschaften des Empfangsteiles 76
6.3 Eigenschaften des Anzeigeteiles 77
6.4 Gemeinsame Daten 78
6.5 Mitgeliefertes Zubehör 78
6.6 Empfohlene Ergänzungen 79
6.7 Bestellnummern der verschiedenen POLYSKOP-Ausführungen . . . 79

7 Wartung des POLYSKOP II 80

7.1 Bildröhre 80
7.2 Bildröhrenwechsel 80
7.3 Justieren der Bildlage 83
7.4 Auswechseln der Oszillatorröhre Rö201 83
7.5 Auswechseln der übrigen Röhren im POLYSKOP 84
7.6 Auswechseln der Transistoren 84
7.7 Auswechseln der Beleuchtungslämpchen 84
7.8 Auswechseln und Reinigen der Transparentscheibe 85
7.9 Hinweise für den Betrieb 85
7.91 Betrieb bei Netzunterspannung 85
7.92 Überlastung der Oszillatorröhre 85

8 Reparatur des POLYSKOP II 86

8.01 Einstellen der geregelten Anodenspannung 86
8.02 Einstellen der geregelten Heizspannung 86
8.03 Prüfung der Spannungswerte 86
8.04 HF-Generatoren 87
8.05 Einstellung der HF-Ausgangsspannung 87
8.06 Ersatz der Meßdioden 87
8.061 Regeldiode 87

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/manualsplus_05003

8.062 U_a-Diode und HF-Eingangsmeßkopf 88
8.07 Nullinienkorrektur 88
8.08 Gleichheit der positiven und negativen Anzeige 89
8.09 Markengenerator 89
8.10 Einstellen der Bildbreite 89
8.11 Einstellung der Hublinearisierung 90

9. Grundlagen und Grenzen der Wobbel-Meßtechnik 93
9.1 Einleitung 93
9.2 Sinusförmiger Frequenzablauf 95
9.3 Gleichrichtung und Anzeige der Meßwerte 97
9.4 Gleichrichter und Anzeigeverstärker mit zu geringer Bandbreite 98
9.5 Auswirkung eines zu schnellen Frequenzablaufes auf die Messung 101
9.6 Auswirkung eines Klirrfaktors der Meßfrequenz auf die Messung 102
9.7 Verhalten von Dioden bei klirrfaktorbehafteter Meßspannung 104

10. Schirmbildaufnahmen mit dem POLYSKOP II 104

11. Literaturverzeichnis 107

Schaltteillisten 213

Gesamtstromlauf
Stromlauf und Schaltteilliste zum HF-Tastkopf BN 42443
Stromlauf und Schaltteilliste zum HF-Tastkopf BN 42444
Schaltteilliste zum Wobbelaggregat 4245-9
Stromlauf zum Wobbelaggregat 4245-9
Schaltteilliste zum Teiler 0...10 dB (S1)
Stromlauf zum Teiler 0...10 dB (S1)
Schaltteilliste zum Teiler 0...60 dB (S2)
Stromlauf zum Teiler 0...60 dB (S2)

1 Eigenschaften

1.1 Kurze Funktionsbeschreibung (hierzu Bild 1)

Das POLYSKOP ist eine Kombination der zur Bestimmung vieler Meßgrößen in Abhängigkeit von der Frequenz im Bereich zwischen 500 kHz und 1200 MHz erforderlichen Meßgeräte in einem einzigen handlichen Meßplatz.

Bild 1 zeigt eine Gegenüberstellung eines zusammengestellten Meßplatzes mit dem POLYSKOP. Anhand dieser Abbildung können Sie am schnellsten beurteilen, welche Annehmlichkeiten das POLYSKOP Ihnen bietet.

Den M e ß s e n d e r mit dem Frequenzbereich von 500 kHz bis 1200 MHz, dessen EMK bei jeder Änderung der Meßfrequenz auf einen konstanten Wert ausgeregelt werden muß .....

enthält das POLYSKOP , jedoch wird Ihnen die Arbeit, die EMK ständig auf einen konstanten Wert auszuregeln, durch eine wirksame Regelautomatik abgenommen.

Der E i c h t e i l e r , mit dessen Hilfe Sie die Ausgangsspannung des Meßsenders auf einen gewünschten Wert abschwächen können .....

ist im POLYSKOP eingebaut. Mit ihm kann die Spannung zwischen 0 und -70 dB in Stufen von 1 dB und 10 dB verändert werden (0 dB bezogen auf 0,5 V_{eff}).

Ein R ö h r e n v o l t m e t e r mit Durchgangskopf und eingebauter Meßdiode, welche den Verlauf der Eingangsspannung am Meßobjekt in Abhängigkeit von der Frequenz mißt .....

enthält ebenfalls das POLYSKOP , wodurch zahlreiche Meßfehler, die durch die Anschlußweise des Meßobjektes verursacht werden können, vermieden werden.

Ein R ö h r e n v o l t m e t e r mit Abschlußkopf bzw. HF-Tastkopf, welches die Spannung nach dem Meßobjekt in Abhängigkeit von der Frequenz anzeigt .....

1 Eigenschaften

1.1 Kurze Funktionsbeschreibung (hierzu Bild 1)

Das POLYSKOP ist eine Kombination der zur Bestimmung vieler Meßgrößen in Abhängigkeit von der Frequenz im Bereich zwischen 500 kHz und 1200 MHz erforderlichen Meßgeräte in einem einzigen handlichen Meßplatz.

Bild 1 zeigt eine Gegenüberstellung eines zusammengestellten Meßplatzes mit dem POLYSKOP. Anhand dieser Abbildung können Sie am schnellsten beurteilen, welche Annehmlichkeiten das POLYSKOP Ihnen bietet.

Den M e ß s e n d e r mit dem Frequenzbereich von 500 kHz bis 1200 MHz, dessen EMK bei jeder Änderung der Meßfrequenz auf einen konstanten Wert ausgeregelt werden muß .....

enthält das POLYSKOP , jedoch wird Ihnen die Arbeit, die EMK ständig auf einen konstanten Wert auszuregeln, durch eine wirksame Regelautomatik abgenommen.

Der E i c h t e i l e r , mit dessen Hilfe Sie die Ausgangsspannung des Meßsenders auf einen gewünschten Wert abschwächen können .....

ist im POLYSKOP eingebaut. Mit ihm kann die Spannung zwischen 0 und -70 dB in Stufen von 1 dB und 10 dB verändert werden (0 dB bezogen auf 0,5 V_{eff}).

Ein R ö h r e n v o l t m e t e r mit Durchgangskopf und eingebauter Meßdiode, welche den Verlauf der Eingangsspannung am Meßobjekt in Abhängigkeit von der Frequenz mißt .....

enthält ebenfalls das POLYSKOP , wodurch zahlreiche Meßfehler, die durch die Anschlußweise des Meßobjektes verursacht werden können, vermieden werden.

Ein R ö h r e n v o l t m e t e r mit Abschlußkopf bzw. HF-Tastkopf, welches die Spannung nach dem Meßobjekt in Abhängigkeit von der Frequenz anzeigt .....

Auch ein solcher Abschlußwiderstand hoher Genauigkeit mit eingebauter Meßdiode ist im POLYSKOP vorhanden, wobei die Meßempfindlichkeit weit über derjenigen liegt, die normale Breitbandröhrenvoltmeter bieten.

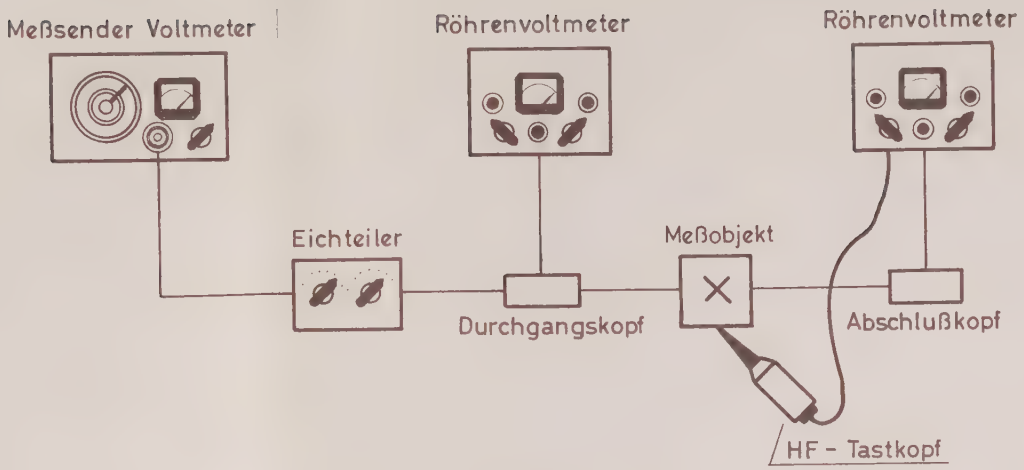
Schließlich verfügt das POLYSKOP über verschiedene F r e q u e n z m a r k e n , die außer zur genauen Frequenzbestimmung auch für viele andere Zwecke sehr nützlich sind.

Alles, was Sie zur Durchführung einer exakten Messung im Hochfrequenz- und Videogebiet benötigen, ist im POLYSKOP eingebaut, und das POLYSKOP schreibt Ihnen z w e i M e ß g r ö ß e n gleichzeitig und automatisch auf einen großen Bildschirm. Mit dem POLYSKOP bewältigen Sie viele Meßaufgaben in einem Bruchteil der für eine statische Messung notwendigen Zeit und Sie messen ebenso genau wie mit einem sorgsam zusammengestellten Meßplatz, wenn Sie einige, durch den automatischen Frequenzablauf bedingte Gesichtspunkte beachten.

Die Fragen, wie Sie mit Sicherheit Fehlmessungen erkennen und vermeiden können und für welche Messungen das POLYSKOP nicht geeignet ist, sind in den Abschnitten 3 und 4 dieses Handbuches behandelt. Schließlich empfehlen wir Ihnen, im Anhang über die Grundlagen des Wobbelmeßverfahrens nachzulesen, wo das Wichtigste zusammengetragen wurde, um Ihnen den erfolgreichen Einsatz des POLYSKOP zu erleichtern.

2.2 Technische Daten des P O L Y S K O P II (hierzu Bild 2)

In Bild 2 finden Sie die technischen Daten des POLYSKOP, wie sie den äußeren Anschlüssen und Bedienungsorganen des Gerätes zugeordnet sind. Weitere Angaben über die technischen Eigenschaften und das empfehlenswerte Zubehör enthält Abschnitt 5 und Abschnitt 6.



MESSPLATZ
bestehend aus

mehreren Meßsendern für den Gesamtbereich 0,5...1200 MHz
Eichteiler
Röhrenvoltmeter mit Durchgangskopf
Röhrenvoltmeter mit Abschlußkopf oder
Tastkopf

wird ersetzt durch
ein einziges Gerät

POLYSKOP II

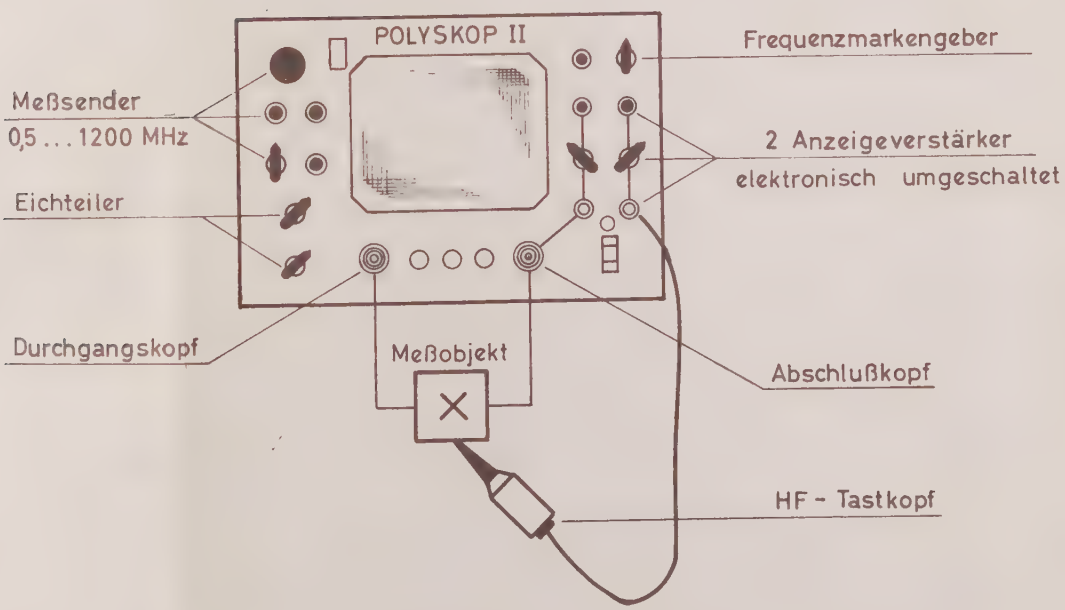


Bild 1.

für Bereich 400 - 1200 MHz

Trommelskala

Abstimmung

Bereich Aus-Ein

innerhalb der Teilbereiche beliebig einstellbar

Mittelfrequenz grob und fein

Bereich 0,5 - 400 MHz ± 0,2 ... ± 50 MHz
um die Mittelfrequenz, jedoch nicht über die Grenzen der Teilbereiche hinaus stetig veränderbar;
Bereich 400 - 1200 MHz
bei 400 MHz ± 0.1... > ± 10 MHz
bei 800 MHz ± 0,2... > ± 30 MHz
bei 1200 MHz ± 0,3... > ± 50 MHz

Frequenzhub grob und fein

0,5 ... 1200 MHz
sechsfach unterteilt
0,5 ... 50 ... 100 ... 200 ... 300 ... 400 ... 1200 MHz
Überlappung der Teilbereiche > 5 MHz

Frequenzbereich

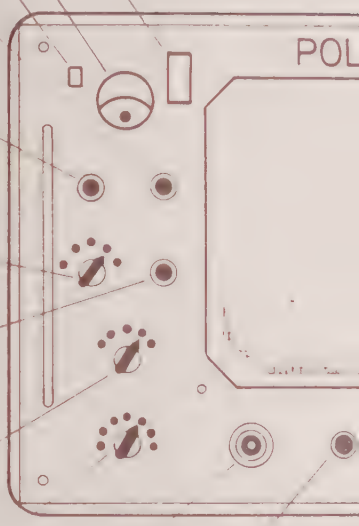
vertikal verschiebbar

Nullinie

0 ... 60 dB

Eichteiler

0 ... 10 dB



Raster
kontinu

Schalter

Ausgangsspannung max. 0,5 V_{eff}
bei Abschluß mit Z_o
Frequenzgang < 0,25 dB von 0,5 ... 1,5 MHz
< 0,05 dB / MHz von 1,5 ... 800 MHz
< 0,07 dB / MHz von 800 ... 1200 MHz
bei Abschluß mit Z_o
Klirrfaktor < 5 %

HF-Ausgang

Helligkeit

Frequenzbereich 0,5 ... 400 MHz
Empfindlichkeit < 30 m V_{eff}
für volle Bildhöhe
Belastbarkeit ... max. 10 V_{eff}
Eingangswiderstand ... 20 kΩ
parallel 3pF (300 MHz)
(verwendbar bis 1200 MHz)

Tastkopf

R 12316
Bl. 3

Fremdmarkeneingang
Re = 60 Ω
$U_e \geq 1\ V_{eff}$; $U_{max} = 4\ V_{eff}$
Frequenzbereich 0,5...1200 MHz

Markenamplitude
eigen oder fremd
kontinuierlich regelbar

Frequenzmarken
1 MHz und 10 MHz quarzgesteuert
50 MHz zur Orientierung
(1 MHz bis über 600 MHz,
10 MHz-u. 50 MHz-Marken bis über 800 MHz)

rückseitiger Eingang

Y_1

Bildhöhe
kontinuierlich regelbar

Y_2

Y_2
Aus
Positives Signal
Negatives Signal
Ausgangsspannungskontrolle (U_a)
EMK-Kontrolle

Betriebsartenschalter

Y_1
Aus
Positives Signal
Negatives Signal
Ausgangsspannungskontrolle (U_a),
HF-Eingang

Tastkopf bzw. NF-Eingang Y_1, Y_2
Anzeigeverstärker
Re = 500 kΩ über 1 µF
Frequenzbereich 0,5 Hz...7 kHz
Empfindlichkeit ≦ 2 m V_{eff}
für volle Bildhöhe

neleuchtung
erlich regelbar

auf der Rückseite

Kontrollampe

Netzschalter

HF-Eingang
Eingangswiderstand = Z
Welligkeitsfaktor bis 400 MHz < 1,06
bis 800 MHz < 1,1
bis 1200 MHz < 1,2
Belastbarkeit = 1 Watt
(Summe aus HF-u. Gleichstromlast)
Empfindlichkeit ≦ 50 V_{eff}
für volle Bildhöhe

Schärfe

Frequenzablauf
umschaltbar:
steigend - fallend

Bild 2. Technische Daten des Polyskop II

2 Bedienung des P O L Y S K O P

2.1 Inbetriebnahme

Das POLYSKOP ist im Werk auf 220 V Wechselspannung eingestellt. Zur Umstellung auf 115, 125 oder 235 V lösen Sie die vier Befestigungsschrauben an der Frontplatte und ziehen das Gerät vorsichtig aus dem Gerätestahlkasten. Über dem Netztransformator finden Sie den Spannungswähler. Für 220 und 235 V benötigen Sie eine Sicherung nach DIN 41571 für 1 A, für 115 und 125 V eine solche für 2 A.

Die Verbindung mit dem Netz erfolgt durch das mitgelieferte Netzkabel LK 333, über den an der Rückseite des Gerätes befindlichen Gerätestecker. Die Lage der Bedienungsorgane und Anschlüsse geht aus Bild 5 hervor.

Zum Einschalten wird der Netzschalter (14) nach oben umgelegt, die Kontrollampe (15) zeigt durch Aufleuchten an, daß das Gerät unter Spannung steht. Nach etwa 1 Minute ist das Gerät betriebsbereit. Jetzt wird der Helligkeitsregler (10) so eingestellt, daß die vom Elektronenstrahl auf den Bildschirm geschriebene, horizontale Linie gut sichtbar erscheint. Mit dem Schärfenregler (12) wird die Bildschärfe optimal eingestellt. Bis zur völligen Erwärmung des Gerätes wird es erforderlich sein, die Schärfe mehrmals nachzustellen. Die Nullinie des Oszillogramms kann mit dem Regler „Nullinie" (6) vertikal verschoben werden; normalerweise wird sie mit der in der Plexiglasscheibe eingravierten Nullinie zur Deckung gebracht. Bei Schrägstellung der Nullinie lesen Sie bitte unter Abschnitt 7 und 8 „Wartung und Reparatur".

2.2 Interne Überprüfung, Kurzschlußmessung

Wir empfehlen Ihnen, sich vor Inbetriebnahme des Gerätes durch eine Kurzschlußmessung von dem einwandfreien Betriebszustand des POLYSKOP zu überzeugen.

50 x 100 B; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

2.21 Kontrolle der EMK

Die EMK des eingebauten Senders wird durch eine Regelautomatik unabhängig von der Frequenz konstant gehalten. Davon können Sie sich jederzeit überzeugen durch Anzeige des Spannungsverlaufs der EMK. Hierzu schließen sie den HF-Ausgang (9) mit einem Abschlußwiderstand von der Größe des Z-Wertes (50 Ω oder 60 Ω) ab. Es genügt auch, den Eichteiler auf mindestens -10 dB zu schalten. Der Schalter Y_1 (18) bleibt in Stellung „Aus", der Schalter Y_2 (19) wird auf „EMK" gestellt. Wenn Sie den Bildhöhenregler Y_2 (20) langsam nach rechts drehen, so erscheint auf dem Bildschirm der Verlauf der EMK in Abhängigkeit von der Frequenz. Bei maximalem Frequenzhub (Regler (3) und (4) ganz nach rechts) und in der Mittelstellung der Regler (1) und (2) (Mittelfrequenz) darf die EMK in keinem der sechs Frequenzbereiche einen wesentlichen Frequenzgang +) aufweisen. In den Bereichen 50 bis 1200 MHz sehen Sie ein Rechteck wie dies Bild 3 andeutet. Während des Oszillografenrücklaufes werden die HF-Oszillatoren ausgetastet, so daß ständig die Nullbezugslinie mit abgebildet wird.

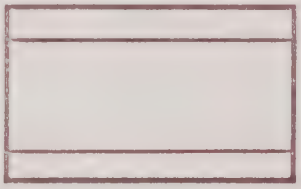


Bild 3

Im Frequenzbereich 0,5...50 MHz sieht das Bild etwas anders aus. Der scharfe Einbruch auf der linken Bildhälfte ist durch die untere Grenzfrequenz des Bereiches von 0,5 MHz bedingt, auf der rechten Bildhälfte wirkt sich die obere Bereichsgrenze von etwa 60 MHz in einem Amplitudenabfall aus (Bild 4).

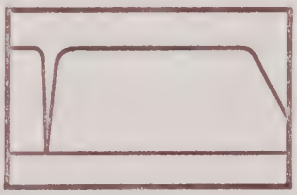


Bild 4

Durch Betätigen der Regler (1) und (2) (Mittelfrequenz) sowie (3) und (4) (Frequenzhub) können Sie jeden beliebigen Teilfrequenzbereich innerhalb der vorgegebenen Bereichsgrenzen einstellen. Die Mittelfrequenz im

+) siehe Datenblatt

50 x 100 S1 ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Bereich von 400...1200 MHz wird durch Änderung der Stellung des Kurzschlußkolbens im eingebauten Koaxial-Resonator eingestellt (25) . Zur Orientierung kann an einer Trommelskala (26) die eingestellte Frequenz abgelesen werden. Diese Anordnung eignet sich nicht für Frequenzmessungen, sondern soll nur ein Orientierungsmittel sein.

Zur Verlängerung der Lebensdauer der Röhren im 400...1200 MHz-Generator ist ein Schiebeschalter (27) vorgesehen, mit dem die Heizspannung der entsprechenden Röhren abgeschaltet werden kann. Wenn Sie damit rechnen, während der Messungen auch diesen Bereich zu benutzen, dann kann (27) rechtzeitig eingeschaltet und so ein Abwarten der Röhrenanheizzeit vermieden werden.

2.22 Messung der Ausgangsspannung (U_a)

Hierzu ist es erforderlich, den HF-Ausgang (9) des POLYSKOP mit einem guten Abschlußwiderstand abzuschließen (z.B. Abschlußwiderstand RMP). Der Eichteiler (7) und (8) wird auf 0 dB geschaltet und einer der beiden Betriebsartenschalter (10) oder (19) auf „U_a". Auch hierbei darf kein wesentlicher Frequenzgang erkennbar sein, jedoch kann eine absolute Übereinstimmung der U_a-Anzeige mit derjenigen der DMK nicht gefordert werden, da gewisse Fehlerquellen in den Eichteilern und Kabelverbindungen des Gerätes unvermeidlich sind. Wenn Sie die Ausgangsspannung des POLYSKOP bei Stellung des Eichteilers auf -20 dB messen, erkennen Sie in allen Bereichen, besonders deutlich jedoch im Bereich 0,5...50 MHz, eine gewisse Welligkeit in der Anzeige[x)]. Dies ist eine Folge des zwar geringen, aber doch bis zu max. 5 % vorhandenen Klirrfaktors der eingebauten Sender. Diodengleichrichteranordnungen, wie sie auch im POLYSKOP zur Anzeige verwendet werden, reagieren bei derart geringen HF-Spannungen besonders stark auf den im Meßsignal vorhandenen Klirrfaktor. Genaueres lesen Sie bitte unter Absatz 4.3 und 9.6.

2.23 Messung des Frequenzganges im Kurzschluß

Durch die Messungen nach 2.21 und 2.22 haben Sie geprüft, daß die Sendeseite des POLYSKOP einwandfrei arbeitet. Es bleibt nun noch der HF-Eingangskopf auf der Empfangsseite, der mit seiner eingebauten Meßdiode den Verlauf der Ausgangsspannung des Meßobjektes anzeigen soll.

x) max. 1 dB

Verbinden Sie den HF-Ausgang (9) und den HF-Eingang (13) mit einem guten Kabel (ein solches gehört zum Lieferumfang des POLYSKOP). In der Stellung des Schalters Y; (10) auf „HF" und bei einer Eichteilerstellung auf 0 dB dürfen die Abweichungen des Frequenzganges 5 % nicht überschreiten. Bei herabgesetzter Senderspannung (z.B. -20 db) können die Abweichungen aus dem unter 2.22 angeführten Grund jedoch größer sein.

2.24 Darstellung von zwei Meßwerten

Werden beide Betriebsartenschalter bedient, so werden abwechselnd die beiden den Y-Verstärkern zugeführten Meßspannungen im 25-Hz-Rhythmus geschrieben, die Umtastung erfolgt durch den eingebauten Elektronenschalter. Beide Meßwerte erscheinen gleichzeitig auf dem Bildschirm. Bei Aus-Stellung eines Betriebsartenschalters wird der Elektronenschalter stillgelegt und e i n Meßwert 50mal in der Sekunde geschrieben..

2.3 Einstellen eines definierten Frequenzhubes

Wollen Sie einen bestimmten Frequenzhub einstellen, so empfiehlt sich folgendes Verfahren.

Eingestellt soll werden ein Frequenzhub von 210 bis 216 MHz. Zuerst schalten Sie den Bereich 200...300 MHz ein und wählen als Frequenzmarkierung die 50-MHz-Marken. Bei vollem Frequenzhub erkennen Sie auf dem Bildschirm drei Marken, die linke für 200 MHz, die auf der rechten Bildhälfte für 300 MHz, in der Mitte 250 MHz. Sie erniedrigen nun den Frequenzhub etwas, wobei die Marke für 200 MHz mit Hilfe des Grobreglers „Mittelfrequenz" (2) auf den linken Bildrand verschoben wird. Jetzt schalten Sie auf 10-MHz-Markenspektrum um und finden so die Marken für 200, 210 und 220 MHz. Durch weiteres Erniedrigen des Hubes bringen Sie die 210-MHz-Marke auf die linke, die 220-MHz-Marke auf die rechte Bildseite. Nach Umschalten auf 1-MHz-Markenspektrum und weiteres Dehnen des Frequenzhubes begrenzen Sie den Frequenzhub auf das Band 210...216 MHz. Mit den Feinreglern für Frequenzhub (3) und Mittelfrequenz (1) können Sie nunmehr bequem die genaue Einstellung des gewünschten Hubbereiches vornehmen.

0; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

2.4 Einblenden einer Fremdmarke

Zum Einblenden einer Fremdmarke benötigen Sie einen Meßsender, welcher an 60 Ω eine Spannung von etwa 1 V_{eff} der gewünschten Frequenz liefern kann. Dessen Ausgangsspannung speisen Sie in den rückwärtigen Dezifix-anschluß des POLYSKOP ein. Durch Betätigen des Reglers Markenamplitude (23) bringen Sie die Fremdmarke in gewünschter Größe zur Abbildung. Bei Stellung des Frequenzmarkenschalters (22) auf „fremd" erscheint nur die eingespeiste Fremdmarke, Sie können jedoch gleichzeitig 1-, 10- oder 50-MHz-Marken abbilden, wobei die Fremdmarke weiterhin sichtbar bleibt.

2.5 Messungen mit HF-Tastkopf

Die beiden zum POLYSKOP gehörigen HF-Tastköpfe zeichnen sich durch ihre geringe Eingangskapazität und hohe Empfindlichkeit aus. HF-Spannungen von wenigen Millivolt können auf dem Bildschirm des POLYSKOP in voller Bildhöhe aufgezeichnet werden. Achten Sie jedoch stets auf eine gute Erdverbindung des Tastkopfgehäuses in nächster Nähe der Meßstelle, besonders im Bereich 400...1200 MHz. Mit Erdungspunkten ist hier äußerste Vorsicht geboten. Die beiden auswechselbaren Tastkopfspitzen sind n i c h t zum Anlöten an die Meßstelle geeignet, da bei starker Erwärmung die Trolituldeckscheibe des Tastkopfes Schaden erleidet. Zum Einlöten des Tastkopfes in die zu messende Schaltung entfernen Sie die Tastkopfspitze und befestigen mit einer M3-Schraube eine geeignete Lötfahne am Tastkopf. Die Tastköpfe sind gleichspannungssicher bis 500 V und arbeiten in Spannungsverdopplerschaltung.

Bei dem durch einen roten Ring gekennzeichneten Tastkopf ist der Fußpunkt der Gleichrichterschaltung über einen Kondensator mit dem Tastkopfgehäuse verbunden. Dieser Tastkopf ist in Bezug auf Brummschleifen weniger empfindlich, jedoch gibt es Fälle (je nach Meßaufbau), bei denen hierbei die HF-Erdungsverhältnisse undefiniert werden, vornehmlich im Bereich 400...1200 MHz, was man daran erkennt, daß sich die Anzeige beim Berühren oder Verlagern des Tastkopfkabels verändert. Eine derartige Handempfindlichkeit darf auf keinen Fall belassen werden, da sie

50: 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

ein Zeichen für eine mögliche Fehlmessung ist. Versuchen Sie in diesen Fällen, durch Verwendung des zweiten Tastkopfes (ohne roten Ring) eine Abhilfe zu schaffen; bei diesem Tastkopf ist das Tastkopfgehäuse direkt mit dem Kabelmantel verbunden. Weitere Hinweise, wie Sie Fehlmessungen erkennen und verhindern können, finden Sie in Abschnitt 4.

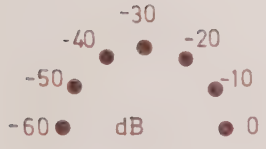
2.6 Untersuchungen an Meßobjekten mit eingebauten Gleichrichtern

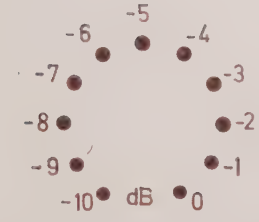
Empfänger und Zwischenfrequenzverstärker enthalten in den meisten Fällen bereits für die Demodulation der HF-Spannungen eingebaute Gleichrichter. Die Ausgangsspannungen solcher bereits im Meßobjekt eingebauter Gleichrichter können direkt über die NF-Eingänge der Anzeigeverstärker zur Anzeige gebracht werden. Durch Zwischenschalten eines 100-kΩ-Widerstandes direkt an der Meßstelle halten Sie die Rückwirkungen auf die Gleichrichteranordnung gering. Wir empfehlen außerdem die Verwendung eines abgeschirmten Kabels zwischen Meßobjekt und NF-Eingang am POLYSKOP. Unter der Voraussetzung, daß der im Meßobjekt auf die Gleichrichterschaltung folgende Niederfrequenzverstärker eine untere Grenzfrequenz von mindestens 1 Hz hat (diese Voraussetzung ist nur selten gegeben), kann die im Meßobjekt verstärkte Gleichrichterspannung angezeigt werden. Im allgemeinen wird jedoch eine Fehlmessung nur dann vermieden, wenn die Meßspannung d i r e k t am Gleichrichter des Meßobjektes abgenommen wird.

Je nach der Polarität der dem eingebauten Gleichrichter entnommenen Spannung wird der betreffende Betriebsartenschalter auf „Pos." oder „Neg." geschaltet. Die NF-Eingänge (16) und (17) des POLYSKOP sind gleichspannungssicher bis 500 V.

100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

200
100
300
50
400
0,5
MHz
1200


-30
-40
-20
-50
-10
-60
dB
0


-5
-6
-4
-7
-3
-8
-2
-9
-1
-10
dB
0

Bereich
400 - 1200 MHz
fein
Frequenzhub
grob
3
27
25
26
4
Frequenzbereich-
umschalter
5
Verschiebung
der Nullinie
6
(10 dB -Stufen)
8
Eichteiler
7
(1 dB-Stufen)
9
A HF-Ausgang

R 12316
Bl. 5

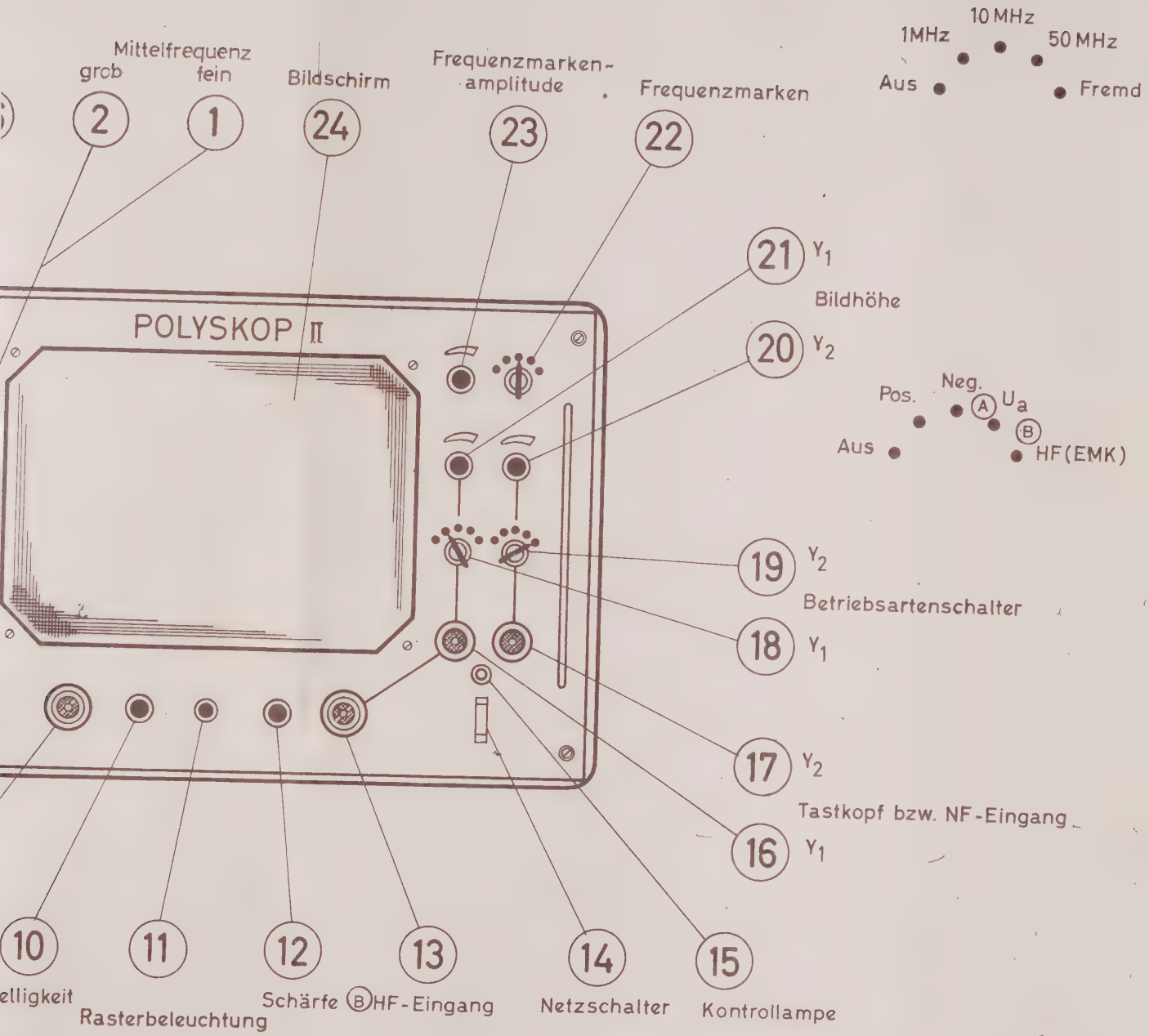


Bild 5. Bedienungsorgane an der Frontplatte

2.7 Amplitudenmessung

Die exakte Amplitudenauswertung der am POLYSKOP angezeigten Meßwerte kann n i c h t auf dem vorgegebenen Transparentmaßstab erfolgen.

Diodengleichrichteranordnungen, wie sie auch in den Meß- und Tastköpfen des POLYSKOP enthalten sind, sind nichtlineare Elemente. Vor allem bei kleinen HF-Spannungen ist der Zusammenhang zwischen HF-Spannung und Diodenrichtstrom nichtlinear. Es war daher nicht möglich, die Plexiglasschutzscheibe mit einem in dB geeichten Amplitudenraster zu versehen. Vielmehr muß die Amplitudenmessung indirekt durch Vergleich mit definierten Pegeländerungen der Sendespannung erfolgen. Hiermit ist gewährleistet, daß die Nichtlinearität der zur Gleichrichtung verwendeten Diode, auch wenn sie bereits im Meßobjekt enthalten ist, ohne Einfluß auf die Meßgenauigkeit bleibt. Einen weiteren Vorteil hat das Verfahren der indirekten Amplitudenmessung insofern, als Übersteuerungen des Meßobjektes sofort erkannt werden.

Die im POLYSKOP eingebauten beiden Eichteiler (7) und (8) erlauben eine definierte Pegelabsenkung bis -70 dB in Stufen von 1dB . So kann durch Einschalten eines bestimmten dB-Wertes bei unveränderter Verstärkung des Anzeigeteils auf dem Bildschirm die Horizontale ermittelt werden, welche einer Pegelabsenkung auf den eingeschalteten Wert entspricht. Als Vergleichslinie kann zweckmäßigerweise die EMK-Anzeige auf die ermittelten Werte gestellt werden.

3 Anwendungsbeispiele

3.01 Messung an Einzelkreisen (Messung der Resonanzfrequenz und Bandbreite)

Einzelresonanzkreise, die als Kopplungselemente zwischen zwei Verstärkerröhren liegen, werden am besten in der Meßanordnung untersucht, die aus Bild 6 zu ersehen ist.

0350 · 50 × 100 8 · ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.011 Einspeisung eines Meßobjektes

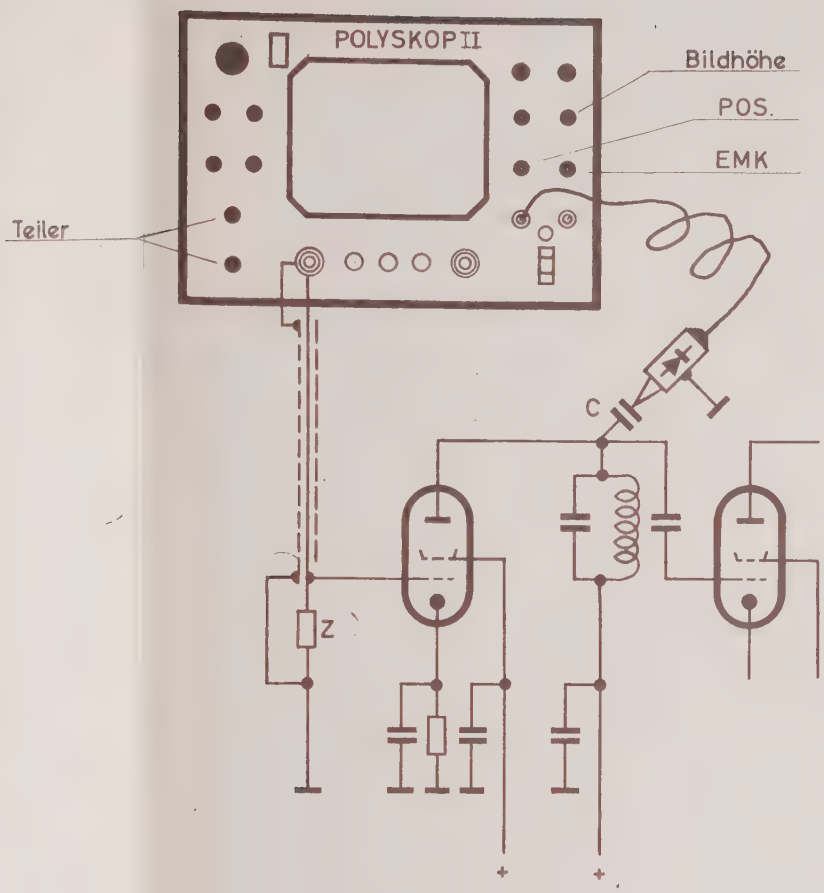
Hierzu verwenden Sie ein möglichst nicht zu langes Zuführungskabel mit offenem Ende, das Sie an das Gitter der ersten Verstärkerröhre anlöten. Bei diesen behelfsmäßigen Anschlüssen sollten Sie immer auf eine gute Anpassung achten. Hierfür verwenden Sie die Anzeige der Ausgangsspannung U_a in Abhängigkeit von der Frequenz auf dem einen Strahl, das Meßergebnis betrachten Sie mit dem zweiten Strahl.

Die Welligkeit der U_a darf in dem für die Messung wichtigen Frequenzbereich nicht mehr als 20 % schwanken. Sind die Schwankungen größer, so müssen Sie vor Beginn der Messung durch Kompensation des Eingangswiderstandes am Gitter der ersten Verstärkerröhre (durch Kondensator oder kleine Spule) die Anpassung verbessern. Selbst wenn Sie am Gitter einen Widerstand des Z-Wertes angeschaltet haben, so können Sie nicht erwarten, daß bei dem endlichen Eingangswiderstand der Verstärkerröhre und deren Eingangskapazität eine exakte Anpassung vorhanden ist. Nur bei Bandbreiten unter etwa 2 MHz dürfte sich in den meisten Fällen eine Kompensation erübrigen, wenn das Zuführungskabel zum Meßobjekt kürzer als 1 m ist.

3.012 Messung der Resonanzfrequenz

Zur Messung der Resonanzfrequenz genügt es in den meisten Fällen, wenn Sie den HF-Tastkopf in geringer Entfernung von der zu untersuchenden Kreisspule am Chassis befestigen. Sie können auch über einen kleinen Kondensator von etwa 0,5...1 pF an die Anode der Verstärkerröhre ankoppeln. Hierbei bleibt die durch den Tastkopf verursachte Verstimmung und Bedämpfung des Schwingkreises so gering, daß Sie die tatsächliche Resonanzfrequenz und die tatsächliche Bandbreite messen können. Nur bei geringer Stufenverstärkung und großer Bandbreite des Schwingkreises wird ein direkter Anschluß des Tastkopfes erforderlich sein. Mit Hilfe der Frequenzmarken ermitteln Sie die Resonanzfrequenz des Schwingkreises.

03; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN



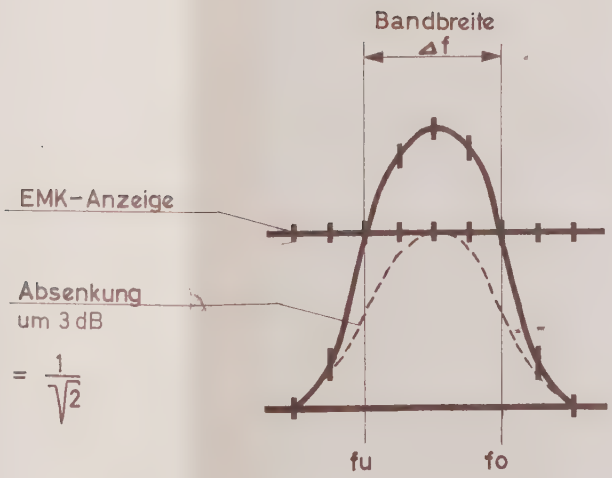


Bild 6. Messung an Einzelkreisen

3.013 Messung der Kreisgüte (Bandbreite)

Zur Messung der Kreisgüte schalten Sie den Eichteiler auf -3 dB und können so die Ausgangsspannung des POLYSKOP um exakt 3 dB absenken. Die sich hierbei ergebende Absenkung in der angezeigten Resonanzkurve fixieren Sie durch Einstellung der EMK-Anzeige auf den Spitzenwert der Resonanzkurve. Nach Zurückschalten des Eichteilers auf 0 dB können Sie mit Hilfe der Frequenzmarken die obere und untere Frequenz ermitteln, bei welcher der 3-dB-Abfall auftritt. Die Differenz der beiden ermittelten Frequenzen $f_o - f_u$ ergibt die Bandbreite Δf.

Die Kreisgüte errechnet sich aus der Resonanzfrequenz f und der Bandbreite Δf.

$$\text{Kreisgüte } Q = \frac{f}{\Delta f}$$

3.014 Möglichkeiten der Fehlmessung

Bei Bandbreiten von Einzelkreisen < 50 kHz verursacht unter Umständen der automatische Frequenzablauf mit 50-Hz-Sinusspannung einen Meßfehler sowohl hinsichtlich der Bandbreitemessung als auch hinsichtlich der Bestimmung der exakten Resonanzfrequenz. Hierüber lesen Sie bitte unter Abschnitt 4 und Absatz 9.5.

Achten Sie darauf, daß das Meßobjekt nicht übersteuert wird. Bei Einspeisung am Gitter einer Verstärkerröhre muß der Teilerschalter am POLYSKOP auf mindestens -10 dB geschaltet werden.

3.02 Messung an Bandfiltern (Kopplungsfaktor und Bandbreite)

Für die Messung und den Abgleich von Bandfiltern, welche als Koppelelemente zwischen zwei Verstärkerstufen geschaltet sind, erweist sich die Möglichkeit der gleichzeitigen Anzeige zweier Meßgrößen mit dem POLYSKOP als besonders nützlich.

40; 50 x 100 3; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.021 Meßaufbau und Einspeisung

Der empfehlenswerte Meßaufbau ist in Bild 7 skizziert. Über ein möglichst kurzes Kabel mit offenem Ende wird die erste Verstärkerröhre angeschlossen, wobei hinsichtlich der Anpassung die gleichen Gesichtspunkte berücksichtigt werden müssen wie bei der Messung an Einzelkreisen (vgl. Absatz 3.01).

3.022 Messung der Bandbreite

Hierzu wird der HF-Tastkopf an den Ausgang des Bandfilters über einen Kondensator von 0,5...1 pF geschaltet. Die folgende Verstärkerröhre bleibt im Gerät in Betrieb, damit deren Eingangswiderstand und Eigenkapazität in die Messung mit einbezogen werden. Verringert man mit dem Eichteiler die Ausgangsspannung des POLYSKOP um 3 dB, so kann die Bandbreite des Filters wie beim Einzelkreis gemessen werden.

3.023 Einstellung der Bandfilterkopplung

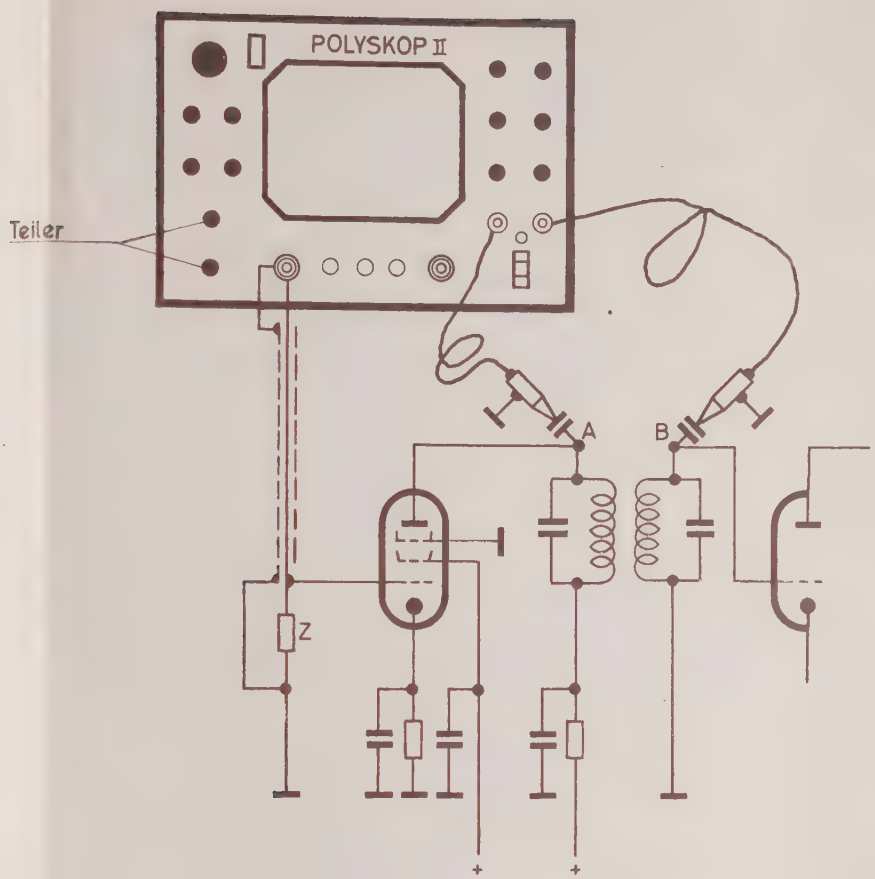
Hierzu wird der zweite HF-Tastkopf an den Eingang des Bandfilters ebenfalls wieder über einen kleinen Kondensator angekoppelt, und Sie erhalten nunmehr die gleichzeitige Anzeige zweier Spannungsverläufe. Bei exakt kritischer Kopplung muß die Einsattelung, welche bei der Filtermittenfrequenz am Eingang des Filters gemessen wird, gegenüber den maximalen Überhöhungen an den Filtergrenzen genau um 50 % tiefer liegen. Außerdem sollen die beiden Höcker gleiche Höhe aufweisen. Das ist nur dann der Fall, wenn keinerlei Rückwirkung im Meßobjekt vorhanden ist.

3.024 Möglichkeiten der Fehlmessung

Bandfilter, deren Flankensteilheit von 10 % auf 100 % der Amplitude innerhalb von < 20 kHz verläuft, können mit dem POLYSKOP nicht exakt gemessen werden. Hierzu lesen Sie wiederum nach unter Abschnitt 4 und Absatz 9.5.

100 S. ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

R 10982
Bl. 22



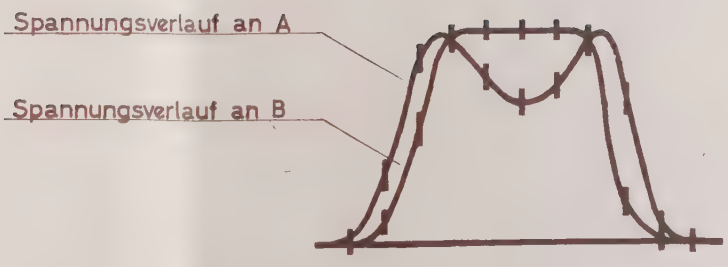


Bild 7. Messung an Bandfiltern

Bild 7. Messung an Bandfiltern

Achten Sie weiter auf eine mögliche Übersteuerung des Meßobjektes durch eine zu hohe Ausgangsspannung des POLYSKOP (eine Mindestdämpfung von 10 dB ist zu empfehlen).

3.025 Messung und Abgleich von mehrstufigen Zwischenfrequenzverstärkern

Mehrstufige Verstärker mit Bandfilterkopplung können in gleicher Weise mit dem POLYSKOP abgeglichen und gemessen werden, wobei die Möglichkeiten einer Fehlmessung mit der zunehmenden Versteilerung der Filterflanken bei Einsatz mehrerer Bandfilter anwachsen (siehe Abschnitte 4 und 9.5).

3.03 Begrenzer und Diskriminator

3.031 Begrenzer

Die am Anodenkreis eines Begrenzers auftretende HF-Spannung kann mit einem der HF-Tastköpfe bei schwacher Ankopplung über 0,5...1 pF angezeigt werden. Durch Veränderung der Ausgangsspannung am POLYSKOP mit Hilfe des eingebauten Eichteilers können Sie erkennen, in welchen Bereichsgrenzen die Amplitude am Begrenzerkreis unverändert bleibt.

Die sich bei einem gewöhnlichen Begrenzer am Gitterableitwiderstand der Begrenzerröhre ausbildende negative Spannung kann über einen Entkopplungswiderstand > 100 kΩ auf dem zweiten Strahl des POLYSKOP gleichzeitig betrachtet werden. Durch diese gleichzeitige Darstellung der beiden Spannungsverläufe wird die Arbeitsweise des Begrenzers besonders anschaulich sichtbar.

0: 50 x 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.032 Diskriminator

Diskriminatoren enthalten die Gleichrichteranordnung bereits eingebaut. Zur Messung eines Diskriminators wird die gleichgerichtete Diskriminatorspannung über einen Entkopplungswiderstand > 100 kΩ direkt am Diskriminator abgenommen und auf dem POLYSKOP angezeigt. Da die Kurve eines Diskriminators symmetrisch verläuft, ist die Nullinie am POLYSKOP in die Bildmitte einzustellen.

Besonders aufschlußreich ist die zusätzliche Betrachtung der Durchlaßkurve des vorgeschalteten ZF-Verstärkers vor dem ersten Begrenzer. Sie sehen hierbei genau, ob der Diskriminator auf die Bandmitte des ZF-Bereichs eingestellt ist. Durch Verändern der Ausgangsspannung am POLYSKOP prüfen Sie, ob die Diskriminatorkennlinie im ganzen Pegelbereich unverändert bleibt. Bei dieser Messung wird gleichzeitig das ordnungsgemäße Arbeiten aller Begrenzerstufen mit erfaßt.

3.033 Möglichkeiten der Fehlmessung

Der Sender des POLYSKOP wird während des Oszillografenrücklaufes ausgetastet. Auf Grund der hohen Verstärkung eines Zwischenfrequenzverstärkers mit Begrenzern und Diskriminator wird bei Abwesenheit einer Eingangsspannung (während der Senderaustastung) ein starkes Rauschen am Diskriminator auftreten. Dies kann Ursache dafür sein, daß die Diskriminatorkurve auf dem Bildschirm unregelmäßig auf- und abspringt. Eine Verfälschung des Meßergebnisses kann hierdurch jedoch nicht auftreten.

Bei schmalen ZF-Verstärkern und Diskriminatoren (Bandbreite < etwa 100 kHz) sind Fehlmessungen auf Grund des automatischen Frequenzablaufes möglich. (Vergleichen Sie die Ausführungen unter Absatz 9.5).

Werden Verstärkerstufen mit dem POLYSKOP durchgemessen, deren mittlerer Anodenstrom in Abhängigkeit von der Aussteuerung schwankt, was in besonderem Maße bei Begrenzern der Fall ist, so können Fehlmessungen in der Frequenzganganzeige in Form einer Dachschräge auftreten. Im allgemeinen sind die Verblockungen der Anoden-, Schirmgitter- und Katodenwiderstände so bemessen, daß sie für den Frequenzbereich des Gerätes einen genügenden Kurzschluß darstellen. Nachdem der Frequenzablauf beim POLYSKOP mit 50 Hz

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

durchgeführt wird, ist in vielen Fällen die Verblockung nicht ausreichend, um ein Schwanken der Betriebsspannungen zu verhindern. Durch das Schwanken der Betriebsspannungen im 50-Hz-Rhythmus wird in gleichem Maße der Verstärkungsgrad der Stufen geändert, so daß Fehlmessungen unvermeidlich sind. Das Schwanken der Betriebsspannungen kann mit dem POLYSKOP direkt angezeigt werden.

Als allgemeiner Grundsatz kann gelten:

Verstärkerstufen, die nicht im A-Betrieb arbeiten, also in Abhängigkeit von der Aussteuerung unterschiedliche Ströme ziehen, müssen so verblockt werden, daß die Verblockungszeitkonstante entweder $> 10^{-1}$ oder $< 10^{-4}$ ist. In einem Falle ist die Verblockung gegenüber 50 Hz genügend groß, im zweiten Fall ist sie gegen 50 Hz vernachlässigbar klein. Entsprechen die Zeitkonstanten keiner der beiden Bedingungen, so müssen sie für die Messung durch Parallelkondensatoren entsprechend erhöht werden.

Selbstverständlich erübrigt sich eine solche Maßnahme bei Messungen an Objekten, die unabhängig von der Aussteuerung konstante Stromverhältnisse haben (A-Betrieb). Hier können nur Fehlmessungen bei einer Übersteuerung einzelner Stufen auftreten, womit dann kein reiner A-Betrieb mehr gegeben ist.

3.04 Abgleich von Filtern

Mit dem POLYSKOP können Sie passive Elemente (Tiefpaß-, Bandpaß- und Hochpaßfilter) abgleichen und messen, wobei die Möglichkeit des gleichzeitigen Beobachtens von Eingangswiderstand und Durchlaßdämpfung gegeben ist.

0360; 60 x 100 3; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.041 Einspeisung des Meßobjektes

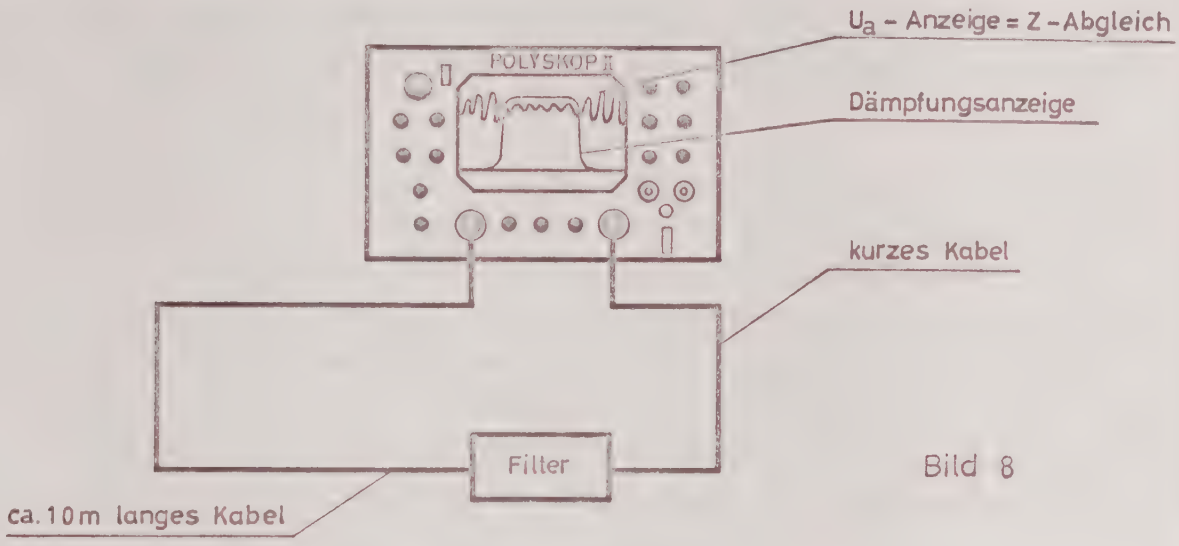


Bild 8

Das zu messende Filter wird laut obenstehender Skizze (Bild 8) an den HF-Ausgang und den HF-Eingang des POLYSKOP angeschlossen. Wollen Sie neben der Durchlaßdämpfung gleichzeitig den Eingangswiderstand betrachten, so müssen Sie das Meßobjekt über ein hochwertiges, mindestens 10 m langes Meßkabel anschließen. (Ein solches Kabel kann auf Anforderung passend zum POLYSKOP für verschiedene Wellenwiderstände geliefert werden. Näheres hierüber finden Sie in der Zusammenstellung der Daten und des Zubehörs unter Absatz 6.6).

3.042 Messung

Durch die gleichzeitige Kontrolle des Eingangswiderstandes (siehe Absatz 3.126) und des Dämpfungsverlaufes des Meßobjektes erreichen Sie beim Abgleich in denkbar kurzer Zeit optimale Werte.

3.043 Auswertung der Messung

Über die Messung des Eingangsreflexionsfaktors und die hierbei erreichten Meßgenauigkeiten sind unter dem Absatz 3.12 „Kabelmessung" genaue Angaben zu finden.

ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.044 Filterabgleich nach Muster

Durch die Zweistrahlanzeige ist das POLYSKOP in besonderem Maße geeignet für einen Abgleich von Meßobjekten nach einem abgeglichenen Muster in der Serienfertigung.

Muster und Prüfling werden hierzu über ein Verzweigungsglied BN 42441/50 oder /60 oder /75 für Z_o = 50 Ω, 60 Ω oder 75 Ω mit 3 x Z_o/3 gleichzeitig an den HF-Ausgang des POLYSKOP angeschlossen. Wird zum Anschluß ein hochwertiges langes Meßkabel verwendet, so ist es auch möglich, genügend genau den Eingangswiderstand des Prüflings abzugleichen. Der Abgleich des Prüflings wird so weit vorgenommen, bis die beiden angezeigten Kurven der Durchlaßdämpfungswerte weitgehend zur Deckung kommen. Durch Umschalten eines der beiden Anzeigeverstärker auf Anzeige der Ausgangsspannung U_a wird der korrekte Eingangswiderstand gemessen.

3.045 Möglichkeiten der Fehlmessung

Extrem steile Filterflanken können mit dem POLYSKOP nicht genau aufgelöst werden. Hierbei ist die Steilheit der Flanke maßgebend, jedoch nicht die Bandbreite des Filters. Ein Tiefpaßfilter, welches z.B. bei 10 MHz einen extrem steilen Abfall hat, kann bei einem Frequenzhub von 10 MHz nicht gemessen werden. Unter Umständen ist es jedoch möglich, den Amplitudenabfall bei 10 MHz durch Verringern des Frequenzhubes getrennt zu beurteilen, wenn der Amplitudenabfall nicht steiler als 20 kHz für den Abfall von 100 % auf 10 % ist (siehe Abschnitt 4 und Absatz 9.5.).

3.05 Messung der Stufenverstärkung

Soll die Verstärkung einer Stufe gemessen werden, so wird einer der beiden HF-Tastköpfe zuerst an die Anode der Röhre angekoppelt. Dann werden bei höchster Verstärkung des Anzeigeteiles die beiden Eichteiler des POLYSKOP so weit heruntergeschaltet, daß gerade volle Bildhöhe angezeigt wird. Ohne nun die Einstellung der Verstärkung auf der Anzeigeseite zu verändern, koppeln Sie den gleichen Tastkopf in gleicher Weise an das Gitter der Verstärkerstufe. Nunmehr schalten Sie den Eichteiler

ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

so weit zurück, bis die Amplitudenanzeige auf dem Bildschirm den gleichen Wert hat. Die hierbei notwendige Änderung der Ausgangsspannung am POLYSKOP entspricht exakt dem Verstärkungsfaktor der untersuchten Stufe. Mit den beiden eingebauten Eichteilern ist durch diese Art der Vergleichsmessung eine hohe Meßgenauigkeit zu erreichen.

3.06 Videoverstärker und Kettenverstärker

Für die Messung von Videoverstärkern ist der unterste Frequenzbereich von 0,5...50 MHz besonders wegen des großen einstellbaren Frequenzhubes geeignet. Sie können hierbei nicht nur in dem Frequenzband, für dessen Übertragung der Videoverstärker ausgelegt ist, die Amplitudenabhängigkeit von der Frequenz messen, Sie erkennen auch leicht, wenn außerhalb des Übertragungsbereiches bei höheren Frequenzen nochmals Resonanzstellen auftreten. Diese Resonanzstellen sind im allgemeinen durch ungeeignete Koppelkondensatoren oder mangelhafte Verblockung zu erklären und sind oftmals Anlaß zu unerklärlichem Überschwingen bei der Betrachtung der Einschwingvorgänge.

Für die Messung von Kettenverstärkern ist es von besonderer Bedeutung, daß beim Umschalten des POLYSKOP von einem Frequenzbereich auf den folgenden die Ausgangsspannung unverändert den gleichen Wert behält. Im Grenzfalle können Sie die Amplitudenabhängigkeit eines Kettenverstärkers von 0,5...1200 MHz in sechs Teilbereichen untersuchen.

3.061 Möglichkeiten der Fehlmessung

Videoverstärker und Kettenverstärker stellen aktive Vierpole mit Tiefpaßeigenschaften dar. Da sie nichtlineare Elemente in Form der Verstärkerröhren enthalten, kann durch Übersteuerung oder durch falsche Dimensionierung ein Klirrfaktor der übertragenen Frequenzen auftreten. Über die Auswirkung dieses Klirrfaktors, der vom Sender her grundsätzlich bis zu 5 % vorhanden sein kann, jedoch ebenso auch im Meßobjekt verursacht sein kann, lesen Sie bitte ausführlich unter Absatz 9.6.

ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.07 Frequenzbestimmung aktiver Zweipole

3.071 Meßverfahren

Die Frequenzmarken im POLYSKOP werden durch Schwebungsbildung der Senderfrequenz des POLYSKOP-Senders mit den Spektrallinien des Markengenerators gewonnen. Wird in den HF-Ausgang des Gerätes die Ausgangsfrequenz eines zu prüfenden Meßsenders eingespeist, so entsteht in gleicher Weise durch Schwebung eine Frequenzmarke, die in ihrer Lage mit den im Gerät erzeugten Marken verglichen werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, die Eichung von Meßsendern, bei denen z.B. ein Röhrenwechsel vorgenommen wurde, zu überprüfen. Die Genauigkeit ist, entsprechend der Genauigkeit der im POLYSKOP eingebauten Quarznormale, zwar nicht sehr hoch (etwa $\pm 1 \cdot 10^{-4}$), sie wird jedoch in vielen Fällen für den beabsichtigten Zweck ausreichen.

3.072 Meßanordnung

Liegt die Ausgangsspannung des zu prüfenden Meßsenders in der Größenordnung von 1 V_{eff}, so kann sie dem rückwärtigen Fremdmarkeneingang des POLYSKOP zugeführt und so in normaler Weise wie eine Fremdmarke zur Anzeige gebracht werden. In der Stellung des Frequenzmarkenschalters auf 1 bzw. 10 MHz werden interne Frequenzmarken sichtbar gemacht und mit der erscheinenden Fremdmarke in ihrer Lage verglichen. Beim langsamen Durchdrehen des zu prüfenden Meßsenders sind die Punkte der Frequenzübereinstimmung der Fremdfrequenz mit einer Spektrallinie der Eigenmarken durch eine über das ganze Schirmbild erscheinende NF-Schwebung sicher zu erfassen.

Bei geringeren Ausgangsspannungen des Meßobjektes muß dessen Ausgangsspannung in den HF-Ausgang des POLYSKOP eingespeist werden. Gemessen wird die Ausgangsspannung U_a auf einem der beiden Anzeigeverstärker bei einer Eichteilerstellung von -20 dB. Der Frequenzvergleich erfolgt in gleicher Weise wie oben angegeben.

0360 · 50 x 100.8 ; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Soll ein Empfängeroszillator auf einen bestimmten Durchstimmbereich abgeglichen werden, so wird der Frequenzhub des POLYSKOP so eingestellt, daß das Gesamtband, in welchem der Oszillator arbeiten soll, zur Abbildung kommt. Beim Verstimmen des Oszillators sieht man die durch seine Frequenz erzeugte Schwebung wie auf einer Skala über den Bildschirm wandern und kann bequem die Abstimmung auf den geforderten Durchstimmbereich vornehmen.

3.08 Kontrolle der Frequenzeichung an Empfängern

3.081 Meßverfahren

Am rückwärtigen Eingang zur Fremdmarkenerzeugung des POLYSKOP kann ein Frequenzspektrum von 1...400 MHz entnommen werden und zur Kontrolle der Frequenzeichung von Empfängern in diesem Bereich dienen.

In der Stellung des Frequenzmarkenschalters auf 1 MHz beträgt die Ausgangsspannung an dieser Stelle bei

30 MHz	3 mV
100 MHz	2 mV
200 MHz	0,8 mV
300 MHz	0,2 mV
400 MHz	0,1 mV

In der Stellung des Frequenzmarkenschalters auf 10 MHz beträgt die Ausgangsspannung bei

30 MHz	30 mV
100 MHz	3 mV
200 MHz	2 mV
300 MHz	1 mV
400 MHz	0,5 mV

Diese Angaben stellen nur ungefähre Werte dar, sie können von Gerät zu Gerät unterschiedlich sein.

Die Genauigkeit der im POLYSKOP eingebauten Quarze ist etwa $1 \cdot 10^{-4}$, gemessen bei 20°C Umgebungstemperatur und einem T_k von $1 \cdot 10^{-6}/°C$, wodurch die erreichbare Meßgenauigkeit begrenzt ist.

ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.09 Abgleich von Fernsehempfänger-Baugruppen

Folgende Messungen können Sie beim Abgleich und bei der Überprüfung von Fernsehempfängern durchführen:

a) Abgleich des Eingangtuners in allen Kanälen des Bandes I, III, IV und V
b) Abgleich des ZF-Verstärkers (Bild-ZF-Verstärker)
c) Abgleich des Intercarrier-Tonteiles (ZF-Teil, Begrenzer, Diskriminator)
d) Abgleich des Videoverstärkers bis zum Bildröhrenanschluß
e) Überalleskontrolle vom VHF-Eingang bis zum Bildröhrenanschluß bei gleichzeitiger Betrachtung von Videocharakteristik und Diskriminatorkennlinie.

3.10 Messung an Antennenverstärkern

Bei der Entwicklung und Fertigung von Antennenverstärkern ist die Möglichkeit, breiteste Frequenzbänder mit einem einzigen Gerät erfassen zu können, von besonderem Vorteil. Hierdurch werden die Messungen an kombinierten Verstärkeranlagen für Rundfunk-, Kurzwellen, Ultrakurzwellen- und Fernsehband in kürzester Zeit durchgeführt.

3.11 Aufspüren schlechter Erdstellen und Erdschleifen

Die zum POLYSKOP gehörigen HF-Tastköpfe eignen sich wegen ihrer hohen Empfindlichkeit sehr gut für Untersuchungen auf schlechte Erdverbindungen oder Erdschleifen.

3.111 Meßaufbau

Das Meßobjekt wird wie zur Messung seines Amplitudenganges in gewöhnlicher Weise an das POLYSKOP angeschlossen. Mittelfrequenz und Frequenzhub werden so eingestellt, daß der gesamte Übertragungsbereich des Meßobjektes erfaßt wird.

98; 0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Mit dem HF-Tastkopf kann nun z.B. durch Messung an verschiedenen Durchführungs- oder Verblockungselementen im Innern des Meßobjektes geprüft werden, ob diese Stellen tatsächlich „kalt" sind, d.h. daß an ihnen keinerlei Hochfrequenzspannungen stehen, die unter Umständen zur Schwingneigung führen können. Mangelhafte Verblockung in mehrstufigen Hochfrequenz- oder Zwischenfrequenz-Verstärkern führt bekanntlich dazu, daß beim Abgleichvorgang die vorher errechnete Durchlaßcharakteristik nicht erreicht werden kann, daß die Verstärkung einzelner Stufen zu hoch ist oder daß im Grenzfall die Schaltung schwingt.

Die gleichen Erscheinungen können jedoch auch durch schlechte Wahl der Erdstellen verursacht sein. Auf einer nur wenige Zentimeter langen Erdleitung können sich unter Umständen bereits erhebliche HF-Spannungsabfälle in der Größenordnung von mehreren Millivolt ergeben. Sind Erdverbindungen verschiedener Schaltungselemente über die gleiche Erdleitung geführt, so kann durch Schleifenbildung ein fehlerhaftes Arbeiten der Schaltung auftreten. Durch Messung der HF-Spannungsabfälle zwischen den fraglichen Erdpunkten werden solche Fehler schnell erkannt.

3.112 Möglichkeiten der Fehlmessung

Bei allen Messungen mit den HF-Tastköpfen ist unbedingt auf eine gute Erdverbindung des Tastkopfgehäuses mit der Masse des Meßobjektes zu achten. Nur so kann mit Sicherheit die zwischen Tastkopfspitze und Tastkopfgehäuse auftretende HF-Spannung gemessen werden.

3.12 Messungen an Kabeln, Kabelkupplungen und Abschlußwiderständen

Zum besseren Verständnis der nachfolgend beschriebenen Meßverfahren wollen wir einige grundlegende Betrachtungen anstellen.

Wenn wir den Eingangswiderstand eines nicht abgeschlossenen Hochfrequenzkabels in Abhängigkeit von der Frequenz messen, so stellen wir fest, daß dieser bei ganz bestimmten Frequenzen nahezu Null und bei anderen Frequenzen nahezu Unendlich wird. Über dem Frequenzmaßstab aufgetragen, erhalten wir folgendes Bild (Bild 9):

058; 0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

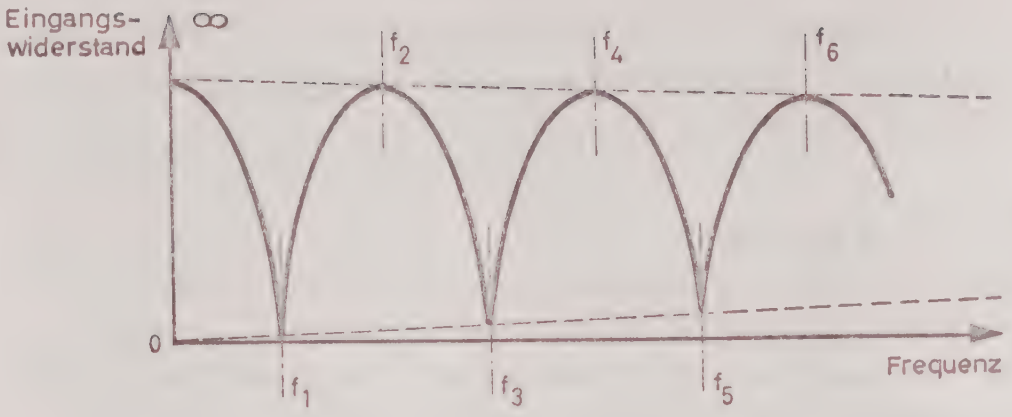


Bild 9

Bei der Frequenz Null, d.h. bei Gleichstrom, ist der Eingangswiderstand nahezu Unendlich, er hat seinen endlichen Wert auf Grund der Isolations-Verluste zwischen Innenleiter und Kabelmantel. Mit steigender Frequenz nimmt der Eingangswiderstand ab und erreicht bei der Frequenz f_1 ein Minimum. Auf Grund der dielektrischen Verluste messen wir einen Wert, der Null nicht erreicht. Mit steigender Frequenz erreichen wir ein zweites Maximum bei f_2, wobei die Frequenz f_2 genau den zweifachen Wert von f_1 hat. Bei allen ganzzahligen Vielfachen von f_1 messen wir Maxima bzw. Minima des Eingangswiderstandes. Wir stellen dabei fest, daß mit höheren Frequenzen die Maxima und Minima nicht mehr die gleichen Werte wie bei tiefen Frequenzen erreichen. Dies liegt darin begründet, daß die Dielektrizitätsverluste frequenzabhängig sind und mit steigender Frequenz höher werden.

Wiederholen wir die gleiche Messung, jedoch mit kurzgeschlossenem Kabelende, so messen wir bei Frequenz Null einen endlich kleinen Widerstand, bedingt in erster Linie durch den ohmschen Widerstand des Kabelinnenleiters. Bei der Frequenz f_1, bei welcher wir vorher einen minimalen Widerstand gefunden haben, erhalten wir jetzt ein Maximum. Minima und Maxima sind bei gleichem Frequenzabstand lediglich umgekehrt worden.

Bei welcher Frequenz f_1 wir bei nichtabgeschlossenem Kabel das erste Minimum finden, hängt ab von der elektrischen Länge des Kabels, wobei die elektrische Länge des Kabels sich aus seiner mechanischen Länge unter Berücksichtigung der Dielektrizitätskonstante des Materials zwischen Innenleiter und Kabelmantel errechnen läßt. Durch Bestimmung der Fre-

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

quenz f_1 oder auch der Frequenzdifferenz z.B. zwischen f_8 und f_9 können wir bei bekannter mechanischer Kabellänge die Dielektrizitätskonstante oder auch umgekehrt aus der bekannten Dielektrizitätskonstante die mechanische Kabellänge errechnen.

Schließen wir das Kabel mit seinem Wellenwiderstand Z ab, so messen wir in Abhängigkeit von der Frequenz stets den gleichen Eingangswiderstand Z. In der Praxis wird der Widerstandswert jedoch um kleine Beträge vom Z-Wert nach oben und nach unten abweichen. Der Grund hierfür ist die bei der Kabelherstellung nicht ganz zu vermeidende Toleranz des Abstandes zwischen Innen- und Außenleiter sowie der nicht ganz zu vermeidenden Inhomogenitäten des Dielektrikums.

Die in Abhängigkeit von der Frequenz noch auftretende Restwelligkeit des Eingangswiderstandes ist daher ein Maß für die Güte des Kabels, das heißt für die Homogenität seiner mechanischen und elektrischen Eigenschaften.

Schließen wir nun ein solches Kabel mit dem Wellenwiderstand Z_1 ab, der in irgendeiner Weise frequenzabhängig ist und von dem Z-Wert des Kabels abweicht, so messen wir am Eingang des Kabels eine durch Fehlabschluß verursachte Welligkeit des Eingangswiderstandes. Durch Auswertung einer solchen Messung können wir auf die Art des Fehlabschlusses schließen oder den erkannten Fehlabschluß dadurch auf ein Minimum reduzieren, daß wir ihn so lange verbessern, bis die gemessene Welligkeit ein Minimum erreicht hat.

3.121 Meßverfahren und Meßaufbau

Zur bequemen Durchführung von Kabelmessungen ist in dem HF-Ausgangsanschluß des POLYSKOP eine Meßdiode eingebaut, deren Spannung als Verlauf der Ausgangsspannung U_a direkt auf dem Bildschirm zur Anzeige gebracht werden kann. Der große Frequenzumfang von 500 kHz bis 1200 MHz gestattet es, ein Reihe von Messungen bereits bei geringer Kabellänge (länger als 1 m) durchzuführen. Für die Messung wird das zu unter-

100. 50 x 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

suchende Kabel an den HF-Ausgang des POLYSKOP geschaltet. Die Dämpfung des Eichteilers ist auf -10 dB zu stellen, um bei starkem Fehlabschluß (größer als 50 % vom Z-Wert des POLYSKOP) eine Rückwirkung auf die Ausregelung der EMK zu unterbinden. Angezeigt wird der Spannungsverlauf der Ausgangsspannung U_a.

3.122 Bestimmung des Z-Wertes

Einige Meter des unbekannten Kabels werden bei maximalem Frequenzhub in dem für die Verwendung des Kabels interessierenden Frequenzbereich an den HF-Ausgang des POLYSKOP angeschlossen. Solange das Kabel an seinem Ende nicht abgeschlossen ist, erkennen wir die obenerwähnten Maxima und Minima seines Eingangswiderstandes in Abhängigkeit von der Frequenz. Wir schließen nun das Kabel an seinem Ende mit verschiedenen vorher gemessenen Widerständen ab und finden einen Widerstandswert, bei dem die am Eingang des Kabels gemessene Welligkeit ein Minimum wird. Es muß darauf geachtet werden, daß die Abschlußwiderstände möglichst kurz an das Ende des Kabels zwischen Innenleiter und Kabelmantel angelegt werden. Dies ist vor allem wichtig, wenn die Messung bei sehr hohen Frequenzen erfolgt. Der so ermittelte Widerstandswert ist gleich dem Z-Wert des Kabels. Unter der Voraussetzung, daß ein in bestimmten Grenzen regelbarer wellenwiderstandskompensierter Abschlußwiderstand verwendet wird, läßt sich der Z-Wert eines Kabels auf etwa 1 % genau ermitteln.

Der Innenwiderstand (Z-Wert) des POLYSKOP ist bei diesem Meßverfahren von untergeordneter Bedeutung. Die erreichbare Meßgenauigkeit steigt, je niedriger der Z-Wert des zu messenden Kabels ist bzw. je größer der Innenwiderstand des Generators (Z-Wert des POLYSKOP) ist. Im Grenzfalle müßte das zu messende Kabel mit einem konstanten Strom und nicht mit einer konstanten HF-Leerlaufspannung bei endlichem Innenwiderstand des Generators eingespeist werden, um die höchste Meßgenauigkeit zu erreichen.

3.123 Bestimmung der Dielektrizitätskonstante

Zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstante werden einige Meter des zu messenden Kabels an das POLYSKOP angeschlossen und das Kabel an seinem Ende nicht abgeschlossen. Beginnend mit dem untersten Frequenzbereich des POLYSKOP von 0,5...50 MHz ermitteln wir das erste Minimum der Spannungsanzeige U_a. Für genaue Messungen der Frequenz f_1 empfiehlt es sich, über den Fremdmarkeneingang die Frequenz eines gut geeichten Meßsenders als Vergleichsmarke zu nehmen und den Frequenzhub so weit zu erniedrigen, daß das Minimum in der Spannungsanzeige sicher ausgemessen werden kann.

Aus der so ermittelten Frequenz f_1 und aus der mechanischen Länge des Kabels errechnet sich die Dielektrizitätskonstante ε

$$\varepsilon = \left(\frac{c}{4 \cdot f_1 \cdot l} \right)^2$$

c = Lichtgeschwindigkeit in m/s ($3 \cdot 10^8$)
l = mechanische Länge des Kabels in m

3.124 Ermittlung der Kabeldämpfung

Die Dämpfung eines Kabels ist frequenzabhängig und wächst nach höheren Frequenzen an. Mit dem POLYSKOP läßt sie sich für eine bestimmte Frequenz oder auch für Frequenzen von 0,5...1200 MHz als Kurvenzug leicht ermitteln. Hierzu ist es zweckmäßig, eine größere Kabellänge (> als etwa 10 m) zwischen HF-Ausgang und HF-Eingang des POLYSKOP anzuschließen. Vor Beginn der Messung werden HF-Ausgang und HF-Eingang des POLYSKOP mit dem mitgelieferten Präzisionskabel von 3/4 m Länge überbrückt und bei Eichteilerstellung auf -20 dB und Messung auf „HF" die angezeigte Linie auf die Linie 10 des Transparentschemas eingeregelt. Nun wird das kurze Präzisionskabel durch das zu prüfende Kabel ersetzt und durch Zurückschalten des Eichteilers wieder die gleiche Anzeige hergestellt. Der ermittelte Unterschied in der Stellung des Eichteilers ist gleich der Kabeldämpfung bei der eingestellten Frequenz bzw. im eingestellten Frequenzbereich. Da mit den Eichteilern die Dämpfung in Stufen zu 1 dB eingestellt werden kann, läßt sich eine sehr hohe Meßgenauigkeit erreichen.

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Der Verkürzungsfaktor k errechnet sich bei modernen Kabeln mit Volldielektrikum aus der Dielektrizitätskonstante ε (siehe dort) als

$$k = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}$$

3.125 Beurteilung der Homogenität

Soll z.B. zur Überwachung der Kabelfertigung die Homogenität des Kabels untersucht werden, so wird ein möglichst langes Kabelstück an den HF-Ausgang des POLYSKOP angeschlossen. Der Kabelabschluß erfolgt mit einem Präzisionswiderstand des Kabel-Z-Wertes. Bei inhomogenen Kabeln kann in gewissen Frequenzabständen eine stärkere Welligkeit festgestellt werden. Aus der untersten Frequenz f_1, bei welcher die Stoßstelle zu erkennen ist, kann wiederum auf die Lage der Stoßstelle auf dem Kabel geschlossen werden.

3.126 Messung mit fehlabgeschlossenem Kabel (Anpassung, Reflexionsfaktor)

Das POLYSKOP in Verbindung mit einem hochwertigen Meßkabel größerer Länge (für Z = 50, 60 Ω als Zubehör lieferbar) eignet sich zur Durchführung folgender Messungen:

a) Messung des Eingangswiderstandes von Filtern, Verstärkern, Empfängern usw. und Abgleich auf geringste Eingangsreflexion

b) Messung des Reflexionsfaktors

c) Prüfung von Kabelkupplungen

d) Antennenanpassungsmessungen

(Der Z-Wert des Meßkabels (Vergleichsnorm) muß dabei nicht unbedingt gleich dem Z-Wert des POLYSKOP sein. Hierzu siehe unter 3.122.)

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Wird ein hochwertiges Kabel mit der Ausgangsspannung des POLYSKOP beaufschlagt und mit seinem Z-Wert abgeschlossen, so stellt der Spannungsverlauf der Eingangsspannung am Kabel (Messung der U_a) einen Kurvenzug mit sehr geringer Welligkeit dar. Wird das Kabel an seinem Ende mit einem Meßobjekt abgeschlossen, so bewirkt der durch dessen Eingangswiderstand verursachte Fehlabschluß eine bestimmte Welligkeit am Eingang des Kabels. Im Frequenzbereich bester Anpassung ist diese Welligkeit am geringsten, außerhalb des Abgleichbereiches steigt sie an (Bild 10).

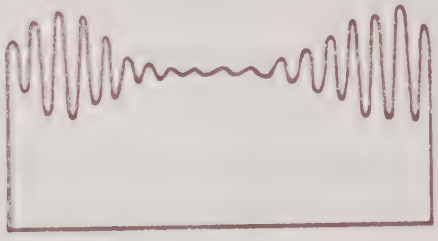


Bild 10

Die Größe der Welligkeit ist ein direktes Maß für die Art des Fehlabschlusses und den dadurch verursachten Reflexionsfaktor.

Die einfachste Methode der Berechnung des Reflexionsfaktors besteht in der Bestimmung der Amplitude der Welligkeit am Eingang des Kabels bei unabgeschlossenem Kabel und beim Abschluß durch das Meßobjekt.

Die Amplitude der Welligkeit bei Kabelleerlauf sei A_1, diejenige bei abgeschlossenem Kabel A_2. Daraus errechnet sich der Reflexionsfaktor zu

$$P = \frac{A_2}{A_1}$$

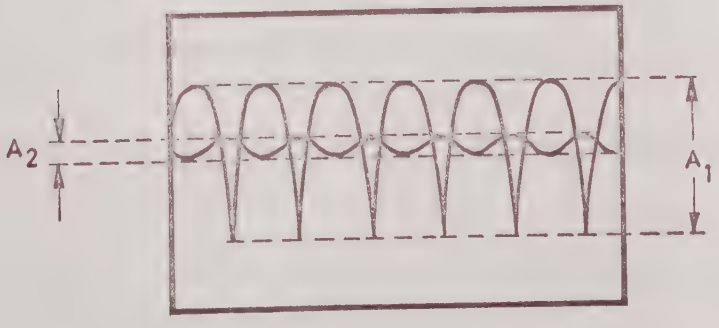


Bild 11

(bei dieser Messung ist der Eichteiler unbedingt auf -10 dB zu schalten)

98; 0360; 50 x 100 3; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Diese Messung hat den Vorteil, daß die Dämpfung des Meßkabels auf die Messung ohne Einfluß ist. Sie hat den Nachteil, daß auf Grund der Nichtlinearität der im POLYSKOP eingebauten Diodengleichrichter das gemessene Amplitudenverhältnis zu groß, d.h. der ermittelte Reflexionsfaktor zu klein ist.

Bei folgender Methode werden höhere Meßgenauigkeiten erzielt (Bild 12).

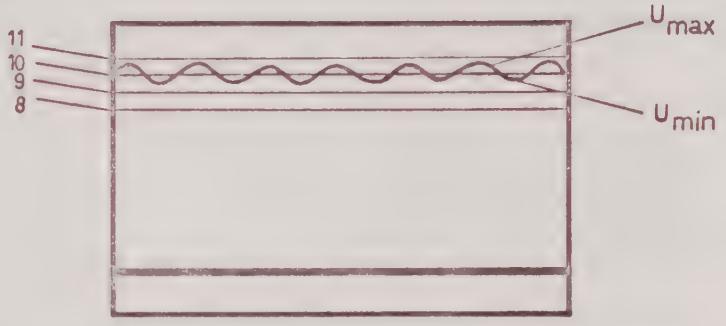


Bild 12

Die Maxima und Minima der am POLYSKOP angezeigten Kurve stellen die Transformation des Abschlußwiderstandes auf den Eingang des Kabels dar. Einer oder beide Werte können zur Berechnung des Fehlabschlusses bzw. des Reflexionsfaktors verwendet werden. Aus dem durch den Innenwiderstand des POLYSKOP (Z-Wert) und dem Z-Wert des Meßkabels durch einfache Spannungsteilung sich ergebenden Wert U_{max} oder U_{min} können wir R_{max} und R_{min} bestimmen.

$$R_{max} = R_i \frac{U_{max}}{U_o - U_{max}} \qquad \text{oder} \qquad R_{min} = R_i \frac{U_{min}}{U_o - U_{min}} \quad (\Omega)$$

R_i = Innenwiderstand (Z-Wert) des POLYSKOP

U_o = EMK des POLYSKOP

Hieraus errechnen wir den Reflexionsfaktor P_2

$$P_2 = \left| \frac{R - R_i}{R + R_i} \right| \qquad R = R_{max} \text{ oder } R_{min}$$

Die oben angegebenen Formeln wollen wir nun zur schnellen Messung mit dem POLYSKOP in folgender Weise umwandeln:

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Wir stellen die Anzeige am POLYSKOP so ein, daß die wellige Kurve symmetrisch zur Linie 10 des POLYSKOP-Rasters liegt. Aus dem Maximalwert der angezeigten Spannung U_{max} oder dem Minimalwert U_{min} können wir R_{max} oder R_{min} berechnen. Für die Rechnung ist der Wert der EMK wichtig. Dieser Wert kann für den Fall mit 20 angenommen werden, wenn der Z-Wert (Innenwiderstand) des POLYSKOP gleich dem Z-Wert des Kabels ist. Da wir jedoch nicht immer diesen Fall haben, sondern auch mit im Z-Wert abweichenden Kabeln messen wollen, sei hier eine Zusammenstellung gegeben, welche die für den EMK-Wert einzusetzende Zahl in Abhängigkeit vom Z-Wert des POLYSKOP und dem Z-Wert des Kabels bringt.

		Z-Wert des POLYSKOP (Ω)	
		50	60
Kabel-Z-Wert (Ω)	50	20	22
	60	18,3	20
	75	16,7	18
	150	13,3	14
		Einzusetzender EMK-Wert	

Für andere Kabel-Z-Werte wird folgende Formel den einzusetzenden EMK-Wert (mV) ergeben:

$$\text{EMK-Wert} = \frac{10 \cdot (Z_{POLYSKOP} + Z_{Kabel})}{Z_{Kabel}}$$

Aus dem ermittelten Wert U_{max} am Raster des POLYSKOP (z.B. 10,7) errechnen wir R_{max}

$$R_{max} = \frac{U_{max}}{\text{EMK-Wert} - U_{max}} \cdot Z_{POLYSKOP} \quad \left[\text{z.B. } R_{max} = \frac{10,7}{20 - 10,7} \cdot 60 = 69\ \Omega\right]$$

Sinngemäß verfahren wir bei der Berechnung von R_{min}. Aus dem Wert R_{max} errechnet sich der Reflexionsfaktor P zu

$$P = \frac{R_{max} - Z_{Kabel}}{R_{max} + Z_{Kabel}} \qquad \left[\text{z.B.} \quad P = \frac{69 - 60}{69 + 60} = 0,07 = 7\ \%\right]$$

ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Die auf Seite 46 angegebene Berechnung liefert recht genaue Ergebnisse, solange der Reflexionsfaktor unter etwa 20 % liegt und die Dämpfung des Meßkabels bei der Meßfrequenz noch vernachlässigt werden kann.

Messen wir mit einem etwa 40 m langen Präzisionskabel z.B. bei 200 MHz, so müssen wir in Betracht ziehen, daß die am Kabelende reflektierte Welle auf Grund der Kabeldämpfung am Eingang des Kabels zu niedrig gemessen wird. Die HF-Spannung ist vom HF-Ausgang des POLYSKOP bis zum Kabelende und von dort wieder zurück bis zum POLYSKOP gelaufen, sie wurde also um den doppelten Wert der Kabeldämpfung geschwächt. Nehmen wir an, wir haben bei Ermittlung der Kabeldämpfung (Absatz 3.124) bei 200 MHz eine Dämpfung von 3 dB ermittelt, so ist bei der Anzeige der durch den Reflexionsfaktor bedingten Welligkeit eine um $2 \cdot 3 = 6$ dB zu geringe Anzeige erfolgt. Hätte das Kabel eine Eigendämpfung von 0 dB, so würde nach obigem Beispiel die U_{max} -Anzeige nicht bei 10,7, sondern bei etwa 11,4 liegen.

R_{max} wäre demnach $\frac{11,4}{20 - 11,4} \cdot 60 = 80\ \Omega$

P_2 würde somit $\frac{80 - 60}{80 + 60} = 0,14 = 14\ \%$

Wir sehen also, daß der wahre Reflexionsfaktor bei einer Dämpfung des Kabels von $2 \cdot 3 = 6$ dB um den Faktor 2 höher liegt.

3.127 Ermittlung des Phasenwinkels des Reflexionsfaktors

Auch der Phasenwinkel φ des Reflexionsfaktors kann mit einiger Genauigkeit mit dem POLYSKOP ermittelt werden. Hierzu wird das Meßkabel zuerst im Leerlauf betrieben und die Frequenzdifferenz zweier Minima f_1 ausgemessen. Wird nun das Kabel mit dem Meßobjekt abgeschlossen, so ergibt sich eine Verschiebung des Minimums in der Anzeige und wir erhalten einen Wert f_2. Aus diesen beiden Werten errechnen wir den Phasenwinkel des

; 0360; 80 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Reflexionsfaktors

$$\varphi = 2 \pi \cdot \frac{f_2}{f_1}$$

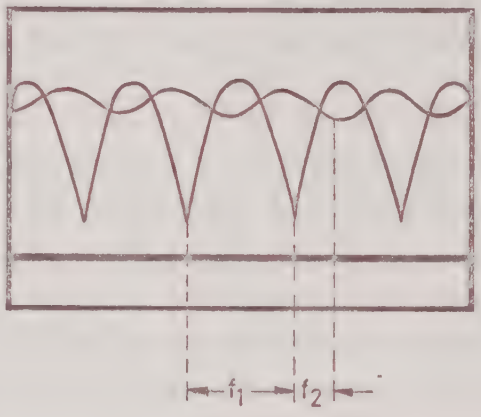


Bild 13

Zur genauen Frequenzbestimmung verwenden wir wieder eine Fremdmarke aus einem sehr gut geeichten Meßsender und dehnen den Frequenzhub so weit, daß eine gute Bestimmung der Minima erfolgen kann. Mit Hilfe der oben beschriebenen Meßverfahren können Fehlabschlüsse mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden.

3.128 Möglichkeiten der Fehlmessung

Eine Beurteilung des Eingangswiderstandes des Meßobjektes ist nur dann möglich, wenn dieses über ein Kabel genügender Länge angeschlossen wird. Auf dem Bildschirm müssen mindestens zwei Maxima oder Minima erscheinen. Ist dies nicht der Fall, dann leuchtet es ein, daß beliebige Werte des Meßobjekt-Eingangswiderstandes gemessen werden können, die keinerlei Beziehung zum tatsächlich vorhandenen Wert haben.

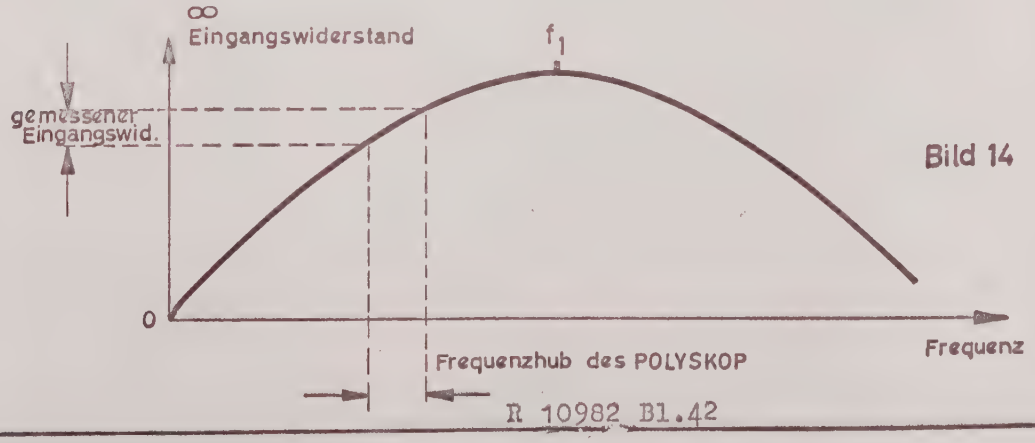


Bild 14

R 10982 Bl.42

Nehmen wir an, das Meßobjekt sei über ein Kabel von 1 m Länge angeschlossen. Bei Kurzschluß am Kabelende werden wir das erste Maximum bei etwa 50 MHz haben. Je nachdem, bei welcher Frequenz wir messen, können wir Eingangswiderstände zwischen Null und Unendlich ermitteln (Bild 14). Erst wenn wir mindestens zwei Maxima auf dem Bildschirm sehen, kann eine Auswertung erfolgen, wobei die Meßgenauigkeit um so höher ist, je dichter die Maxima und Minima in dem uns interessierenden Frequenzbereich liegen.

Wird durch das Meßobjekt ein Fehlabschluß von größer als etwa 30 % hervorgerufen, so kann eine Rückwirkung auf die Ausregelung der EMK im POLYSKOP eine Fehlmessung verursachen. Man überzeuge sich stets durch Messung der EMK, daß diese durch die Anschlußweise des Meßobjektes nicht beeinflußt wird. Dies ist auch bei 100 % Fehlabschluß sichergestellt, wenn der Eichteiler auf mindestens -10 dB geschaltet wird.

Eingangsröhren von Empfänger- und Verstärkerschaltungen können bei zu großer Eingangsspannung leicht übersteuert werden und einen großen Fehlabschluß vortäuschen. Für derartige Messungen ist es zweckmäßig, eine Grunddämpfung von -20 dB einzuschalten. In diesem Falle wird das Meßobjekt mit 50 mV_{eff} beaufschlagt, wobei eine Übersteuerung nicht zu befürchten ist.

4 Vermeiden von Fehlmessungen

Bei der Besprechung der verschiedenen Anwendungen wurde bereits weitgehend auf die Möglichkeiten von Fehlmessungen eingegangen. Hier seien nochmals alle wichtigen Punkte zusammengestellt, die gewissermaßen als Grundregeln bei der Benützung des POLYSKOP beachtet werden sollten.

; 0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

4.1 Fehlmessung durch Einstellung eines zu großen Frequenzhubes

Der automatische Frequenzablauf des POLYSKOP bringt es mit sich, daß die Meßfrequenz nur eine verhältnismäßig kurze Zeitspanne im Bandbreitenbereich des Meßobjektes verweilt: Bei sehr kleiner Bandbreite des Meßobjektes oder bei einem zu großen Frequenzhub wird diese Verweilzeit so kurz, daß das Meßobjekt nicht zur vollen Amplitude einschwingen kann. Bandbreite und auch Resonanzfrequenz des Meßobjektes werden in diesem Falle nicht richtig gemessen. Die einfachste Prüfung, ob das Meßobjekt voll einschwingt, besteht darin, daß Sie den Frequenzhub erniedrigen. Wenn hierbei keine Erhöhung der Amplitudenanzeige oder Verschiebung der Resonanzfrequenz auf dem Frequenzmaßstab beobachtet werden kann, dann sind Sie sicher, keine Fehlmessung zu erhalten. Genaueres über die Probleme der Auflösung steiler Resonanzkreise und Filterflanken lesen Sie unter Abschnitt 9 bzw. 9.5.

4.2 Übersteuerung des Meßobjektes

Passen Sie die Ausgangsspannung des POLYSKOP stets der maximal zulässigen Eingangsspannung Ihres Meßobjektes an! Durch Übersteuerung werden Frequenzgänge verfälscht und Fehlmessungen vorgetäuscht.

4.3 Fehlmessungen durch Klirrfaktor

Videoverstärker und Tiefpaßfilter sowie breite Bandpaßfilter können mit einer Genauigkeit gemessen werden, deren obere Grenze durch den Eigenklirrfaktor des POLYSKOP begrenzt ist. Sie können den Meßfehler klein halten, wenn Sie möglichst hohe Meßspannungen auf die Meßdiode (HF-Tastkopf bzw. HF-Eingang) geben, wobei eine Spitzengleichrichtung noch sichergestellt ist. Stufen im Frequenzgang bei der halben Grenzfrequenz des Meßobjektes können durch den Klirrfaktor ($< 5\ \%$) bis zu 10 % Frequenzgang vortäuschen. Der Klirrfaktor kann jedoch auch in noch stärkerem Maße durch das Meßobjekt selbst verursacht sein, wenn es sich um **a k t i v e** Vierpole handelt.

: 0160; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

4.4 Brummschleifen, HF-Schleifen

Achten Sie stets auf eine einwandfreie Masseverbindung der Tastkopfgehäuse mit der Masse des Meßobjektes. Bei höheren Frequenzen darf keinesfalls ein dünner längerer Draht zur Erdung verwendet werden. Beim Berühren oder Verlagern des Tastkopfkabels dürfen keine Änderungen in der Anzeige auftreten. Auch bei allen anderen Meßaufbauten darf ein Berühren der Kabel oder der Geräte selbst keine Anzeigeveränderung zur Folge haben. Oftmals ist es erforderlich, alle an dem Meßaufbau beteiligten Geräte erdfrei, d.h. an ungeerdeten Netzanschlüssen zu betreiben und nur das POLYSKOP geerdet zu belassen. Besonders empfindlich in dieser Hinsicht sind Meßobjekte mit hoher Verstärkung bei undefinierten HF-Erdverhältnissen.

Enthält das Meßobjekt bereits eine Gleichrichteranordnung, deren Ausgangsspannung am POLYSKOP zur Anzeige gebracht werden soll, so kann das Meßergebnis durch eine Brummstörung verfälscht werden. Dieser netzsynchrone Brumm wird erkannt, wenn die angezeigte Resonanzkurve durch Änderung der Mittelfrequenz über den Bildschirm verschoben wird. Eine Formveränderung in der angezeigten Kurve ist ein sicheres Zeichen für Netzbrummstörungen.

4.5 Fehler durch Übersteuerung der Anzeigeverstärker

Es ist darauf zu achten, daß die am POLYSKOP angezeigte Kurve an keiner Stelle über den oberen Bildschirmrand ragt, da sonst durch Übersteuerung des Y-Verstärkers die Anzeige verfälscht wird. Verschiebt sich beim Aufdrehen der Y-Verstärkung (20) oder (21) (Bild 5) zur Vergrößerung der Bildhöhe der rechte Teil des Oszillogrammes unter die Nullinie, so ist dies ein sicheres Zeichen für Übersteuerung. Bei Zweistrahlbetrieb wird durch Übersteuerung des einen Verstärkers auch die Anzeige des anderen Verstärkers gestört.

Beim Umschalten von einer Betriebsart auf die andere, z.B. vom Tastkopf auf „EMK", wobei möglicherweise ein großer Amplitudensprung auftritt, kann der Y-Verstärker so weit übersteuert werden, daß es einige Sekunden dauert, bis die Verstärkerröhren ihren normalen Arbeitspunkt wieder erreichen. In einem solchen Falle ist es am zweckmäßigsten, den betreffenden Y-Regler auf Null zu drehen, einige Sekunden zu warten und dann wieder langsam aufzudrehen.

; 0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

4.6 Fehler durch Fremdoszillatoreinstreuung

Wird ein Empfänger direkt an seiner Mischstufe eingespeist, so kann die der Mischstufe zugeführte Oszillatorspannung über den Anschlußweg zum POLYSKOP auf die Ausregelung der EMK oder auf die Anzeige der U_a zurückwirken. Die Rückwirkung auf die EMK-Regelschaltung wird durch Einschalten einer höheren Dämpfung herabgesetzt, die Auswirkung auf die U_a-Anzeige kann in solchen Fällen nur schwer vermieden werden, eine Auswertung der U_a-Anzeige kann nicht erfolgen, jedoch werden die übrigen Eigenschaften des POLYSKOP nicht beeinträchtigt.

4.7 Für folgende Messungen ist das POLYSKOP auf Grund seiner gesamten Konzeption ungeeignet:

a) Messungen an Objekten mit einem Flankenanstieg < 20 kHz, wie zum Beispiel Quarzfilter und vielstufige, schmalbandige ZF-Verstärker.

b) Messung mit Frequenzhüben kleiner als 400 kHz, hierzu müßte gleichzeitig der Frequenzablauf verlangsamt werden.

c) Das POLYSKOP ist kein Spektralanalysator, es kann ohne Zusatzgeräte nicht zur selektiven Anzeige der spektralen Energieverteilung in bestimmten Frequenzbändern verwendet werden.

d) Das POLYSKOP ist kein Frequenzmeßgerät höchster Genauigkeit. Über die mit ihm erreichbare Genauigkeit in der Frequenzbestimmung lesen Sie bitte unter Absatz 3.08.

e) Das POLYSKOP ist kein Impedanzmeßgerät im eigentlichen Sinne des Wortes. Zur Messung von Impedanzen nach Betrag und Phase empfehlen wir unsere Z-g-Diagraphen ZDU oder ZDD. Über Anpassungsmessungen geringerer Genauigkeit mit dem POLYSKOP lesen Sie bitte unter Absatz 3.12.

f) Dem POLYSKOP kann keine konstante Frequenz entnommen werden. Selbst bei völlig zurückgedrehtem Frequenzhub verbleibt ein Resthub von etwa 50 kHz und eine durch Unstabilitäten der Stromversorgung verursachte langsame Frequenzwanderung.

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Stichwortverzeichnis zur Funktionsbeschreibung des POLYSKOP

zu 5.1 S e n d e r t e i l

Seite

Wobbeloszillatoren 55
Hublinearisierung 57
Bereich 0,5...50 MHz 57
Bereich 400...1200 MHz 58
Ausgangsteiler 58
U_a-Anzeige 58
Regelung 58
Dynamische Regelverstärkung 59
EMK-Anzeige 59
Generatorinnenwiderstand 60
Frequenzablauf 60
Horizontalablenkung 60
Austastung 60
Erzeugung der Austastspannung 60

zu 5.2 A n z e i g e t e i l

HF-Eingang 63
NF-Eingänge 63
Y-Verstärker 63
Wählbare Polarität 64
Elektronische Umschaltung 64, 67
Anklammerung 65
Verschiebestrom 65
Gleichstromverstärker 66
Erzeugung des Umschaltimpulses 67

zu 5.3 M a r k e n g e n e r a t o r

Erzeugung der Grundschwingungen 68
Verzerrung der Grundschwingungen 68
Markenmischung 68
Markenverstärkung 69

zu 5.4 S t r o m v e r s o r g u n g

Seite

Heizung 69
Heizung HF-Generator 69
Geregelter Heizkreis 69
Anodenspannung 69
Oberspannung 70
Hochspannung 70
Minusspannung 70
Lüfter 70

5 Funktionsbeschreibung

Das POLYSKOP Typ SWOB ist ein Breitbandwobbler mit eingebautem Anzeigeoszillografen. Frequenzmodulation des Wobbelsenders und Horizontalablenkung des Oszillografen erfolgen mit derselben Wechselspannung (Netzfrequenz) und sind deshalb phasenstarr synchron. Die von der Frequenz abhängige Meßgröße (meistens die Amplitude) wird zur Steuerung der Vertikalablenkung verwendet.

Das POLYSKOP besteht im wesentlichen aus vier Baugruppen:

Senderteil
Anzeigeverstärker mit Sichtröhre
Markengenerator
Stromversorgungsteil

5.1 Senderteil

Wobbeloszillator

Der Senderteil des POLYSKOP enthält sechs Frequenzbereiche:

0,5... 50 MHz
50 ... 100 MHz
100 ... 200 MHz
200 ... 300 MHz
300 ... 400 MHz
400 ...1200 MHz

Die HF-Spannungen dieser Frequenzbereiche werden, abgesehen vom Bereich 0,5...50 MHz und 400...1200 MHz, in einstufigen HF-Generatoren erzeugt. Hierbei ist für jeden Frequenzbereich ein eigener Oszillator (Rö6 und Rö7) vorgesehen. Die Bereichumschaltung geschieht dadurch, daß dem jeweils eingeschalteten Oszillator Anodenspannung zugeführt und seine HF-Spannung über einen Schalter (S3.V) auf den Ausgang des Gerätes geschaltet wird. Die Oszillatoren arbeiten in kapazitiver Dreipunktschaltung ohne zusätzliche Parallelkapazität. Die Schwingkreisinduktivität enthält einen Ferritkern, der zwischen den Polschuhen einer Magnetisierspule („Treiberspule") ange-

1: 0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

ordnet ist. Mit Hilfe dieser Spule läßt sich der Ferritkern vormagnetisieren; hierdurch ändert sich seine Permeabilität und damit die Frequenz des Oszillators. Je nach Frequenzbereich lassen sich auf diese Weise Frequenzänderungen bis zu etwa 100 MHz erzielen.

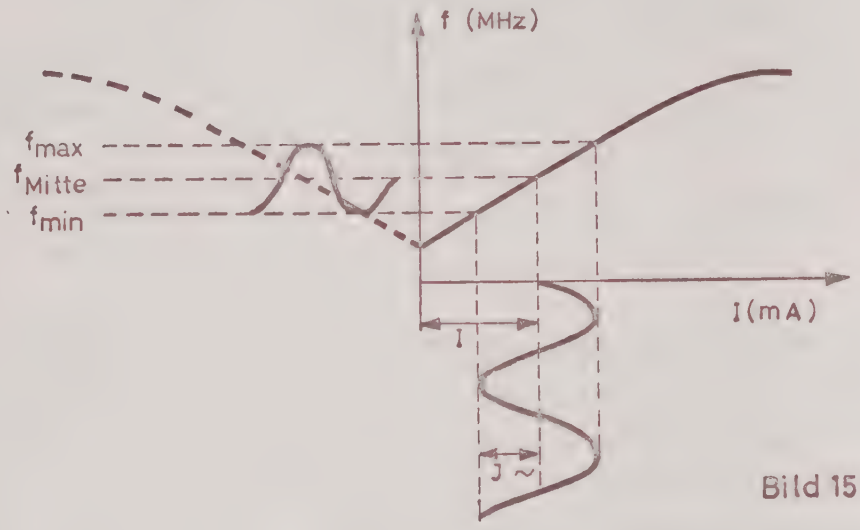


Bild 15

Wie aus Bild 15 hervorgeht, ist der Zusammenhang zwischen Magnetisierungsstrom und Frequenz nicht linear. Während bei kleinen Strömen die Frequenzänderung ziemlich steil verläuft, verflacht sich die Kurve nach höheren Magnetisierungsströmen zunehmend. Durch Änderung des mittleren Gleichstromes kann die Mittelfrequenz beliebig innerhalb des Gesamtbereiches eingestellt werden. Wird diesem Gleichstrom ein Wechselstrom überlagert, so kommt ein Frequenzhub im Rhythmus des Wechselstromes zustande. Es leuchtet ein, daß der max. erreichbare Frequenzhub die Frequenzgrenzen, welche durch den Strom Null und den Max.Strom vorgegeben sind, nicht überschreiten kann (Bild 16), auch wenn man versuchen wollte, bei vollem Hub die Mittelfrequenz aus ihrer Mittellage heraus nach höheren oder tieferen Frequenzen hin zu verschieben.

Je geringer der Frequenzhub, desto weiter kann die Mittelfrequenz aus ihrer Mittellage heraus variiert werden. Bei extrem kleinem Frequenzhub wäre eine Änderung der Mittelfrequenz über den Gesamtbereich möglich.

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

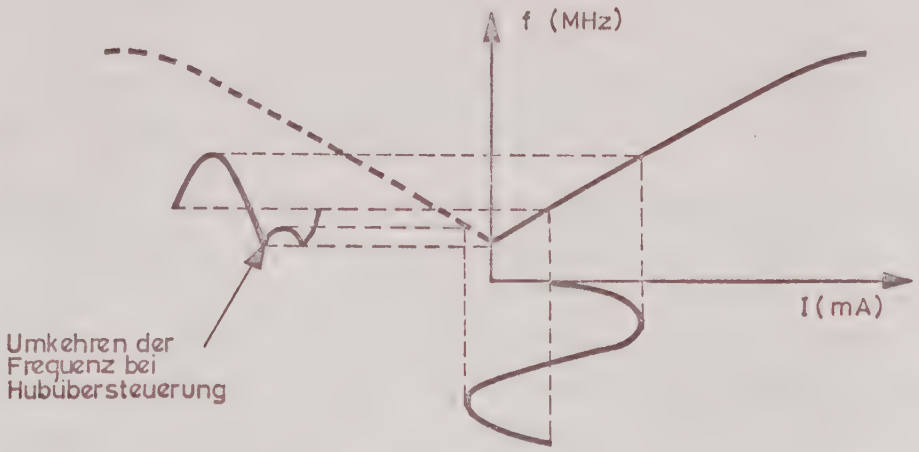


Bild 16

Hub-linearisierung

Um einen weitgehend frequenzproportionalen Maßstab auf dem Bildschirm zu erhalten, wurde eine Linearisierungsschaltung eingebaut. Die Magnetisierungsspulen der einzelnen Bereiche liegen im Anodenkreis der Röhre Rö9. Die Steilheitskennlinie dieser Röhre ist durch Einschaltung einer spannungsabhängigen Gegenkopplung im Katodenkreis so verzerrt, daß bei Anlegen einer linearen Spannung am Gitter der Röhre eine weitgehend lineare Frequenzänderung erfolgt. Als nichtlineare Elemente werden 2 spannungsabhängige Widerstände (VDR) verwendet, deren Wirksamkeit durch Serienwiderstände entsprechend eingeregelt werden kann. Die sinusförmige Wobbelspannung wird an einem Widerstand gewonnen, der mit den Horizontalablenkspulen in Reihe liegt, wodurch eine strenge Zuordnung zwischen Wobbelhub und Ablenkung des Bildrohres garantiert ist. Um ein Wandern der Mittelfrequenz bei kleinen Hüben zu unterbinden, ist die Röhre Rö9 aus der stabilisierten 6,3-V-Gleichspannung geheizt.

Bereich 0,5...50 MHz

Die HF-Spannung des ersten Bereiches 0,5...50 MHz wird nicht direkt, sondern durch Mischung erzeugt. Die HF-Spannung des Wobbeloszillators Rö7 L, der im Bereich 200...300 MHz seine Spannung direkt an den Ausgang abgibt, wird mit der Spannung eines 220-MHz-Festoszillators gemischt. Dieser Festoszillator ist (zur Unterdrückung der zweiten Harmonischen) als Gegentaktoszillator ausgebildet (Rö1). Die an der Mischdiode entstehende Differenzfrequenz beträgt

220...280 MHz
- 220...220 MHz
0... 60 MHz

; 0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

und gelangt über einen vierstufigen Breitbandverstärker (Rö2 bis Rö5) an den HF-Ausgang.

Im Bereich 400...1200 MHz wird die HF-Spannung in einem einstufigen Oszillator mit Koaxial-Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz durch einen verstellbaren Kurzschlußkolben veränderlich ist, erzeugt. Durch mechanische Änderung der Schwingkreiskapazität wird eine von der jeweiligen Resonanzeinstellung abhängige Frequenzänderung erreicht, wodurch eine Wobbelung des Oszillators möglich wird.

Ausgangsteiler

Vor dem Ausgang liegen noch zwei ohmsche Teiler. Einer davon ist von 0 bis -60 dB in Stufen von 10 dB, der andere von 0 bis -10 dB in Stufen von 1 dB veränderbar.

U_a-Anzeige

Direkt am Ausgang ist eine Gleichrichterschaltung (Gl 8) angeordnet. Die gleichgerichtete HF-Ausgangsspannung kann im eingebauten Sichtgerät zur Anzeige gebracht werden. (Schalter Y_1 oder Y_2 auf „U_a".)

Regelung

Da beim Wobbeln der Oszillatoren ein ziemlich starker (bis zu 30 %) Frequenzgang auftritt, wird die HF-Spannung durch eine Regelschaltung konstant gehalten. Diese Regelschaltung arbeitet folgendermaßen: Die HF-Spannung (siehe Bild 17) wird vor dem Ausgangsspannungsteiler gleichgerichtet (Gl 401), die Gleichspannung gelangt an das Gitter 1 von Röhre Rö10 R (ECC 81). Dieses System arbeitet als Impedanzwandler (Katodenverstärker) für den nachfolgenden Transistor T4. Die Regelspannung wird in ihm etwa 4-fach verstärkt und dem Gitter von Rö12 (EF 86) zugeführt. Die Anode von Rö12 ist mit dem Gitter einer Leistungsröhre (Rö11; EL 95) verbunden. Diese Leistungsröhre liegt in der Anodenspeiseleitung des jeweils eingeschalteten Wobbeloszillators. Die Katode von Rö12 ist über eine Zenerdiode (Gl16) konstant vorgespannt. Solange der Gleichrichter Gl 401 keine Spannung abgibt, ist der durch den Ruhestrom I_{c_0} des Transistors T4 entstehende Spannungsabfall über R99 so klein, daß Rö12 gesperrt ist. In diesem Zustand fällt an R96 keine Spannung ab; das Gitter von Rö11 wird positiv und Rö11 niederohmig. Der Wobbeloszillator

100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

erhält also eine hohe Anodenspannung und schwingt kräftig. Jetzt gibt Gl 401 eine positive Spannung ab, die entsprechend verstärkt an das Gitter von Rö12 gelangt. Rö12 zieht Anodenstrom, die Anodenspannung von Rö12 sinkt und damit auch die Gitterspannung von Rö11. Röhre Rö11 wird hochohmiger und die Anodenspannung des Wobbeloszillators sinkt. Anodenspannung und HF-Spannung stellen sich so ein, daß ein Gleichgewichtszustand erreicht wird. Jede Änderung der HF-Spannung (z.B. durch Frequenzgang beim Wobbeln) bewirkt über den Regelverstärker eine Änderung der Speisespannung des Wobbeloszillators, die der ursprünglichen HF-Spannungsänderung entgegenwirkt (Rückwärtsregelung). Zur Funktion des Regelverstärkers ist also eine geringe Reständerung der HF-Spannung nötig, die den Regelverstärker ansteuert. Diese Reständerung kann um so kleiner sein, je größer die Regelverstärkung ist. Die Regelverstärkung ist durch die Spannungsverstärkung von Rö12 und T4 gegeben, während Rö11 als Katodenverstärker eine Verstärkung unter 1 hat und somit nicht zur Gesamtverstärkung beiträgt.

Dynamische Regelverstärkung

Um Rö11 dynamisch (wechselstrommäßig) als Verstärker zu schalten, wird das kalte Ende des Anodenwiderstandes von Rö12 (R96) über C41 (4 µF) auf die Katode von Rö11 bezogen, („mitlaufende Speisespannung") die nunmehr als Anodenverstärker mit etwa 10-facher Verstärkung arbeitet. Voraussetzung für die einwandfreie Funktion dieser Schaltung ist, daß der Innenwiderstand von Rö12 sehr hoch ist, damit der Anodenstrom durch R96 nicht von der Anodenspannung von Rö12 abhängt. Diese Bedingung ist mit R_i etwa 2 MΩ einigermaßen erfüllt. Der Regelverstärker regelt also langsame Änderungen der HF-Spannung, wie sie beispielsweise beim Umschalten der einzelnen Frequenzbereiche auftreten, mit einer kleineren Genauigkeit aus, als schnelle Schwankungen, die beim Wobbeln auftreten, und die mit sehr hoher Genauigkeit ausgeregelt werden.

EMK-Anzeige

Zur Kontrolle des Regelverstärkers kann die vom Gleichrichter Gl 401 abgegebene Spannung in der Stellung „EMK" des Y_2-Schalters zur Anzeige gebracht werden.

0360; 50 x 100 $; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Generatorinnenwiderstand

Der Regelverstärker regelt nicht nur HF-Spannungsänderungen aus, die durch Frequenzgang, Netzspannungsänderung, Bereichsumschaltung usw. entstehen („innere Ursachen"), sondern auch solche, die durch Laständerung auftreten. Das heißt, daß der Innenwiderstand durch die Regelung sehr gering (nahe Null) wird. Für den Verbraucher wird der dem Wellenwiderstand entsprechende Quellwiderstand (60 Ω) durch die besondere Ausbildung der nachgeschalteten Teiler realisiert.

Frequenzablauf

Horizontalablenkung

Austastung

Frequenzablauf, Horizontalablenkung und Austastung erfolgen synchron und in gleicher Phase, und zwar so, daß einem Ansteigen der Frequenz des Wobbeloszillators eine Ablenkung des Strahles auf dem Bildschirm nach rechts entspricht. Jeder Momentanfrequenz entspricht also eine bestimmte Lage des Bildpunktes in horizontaler Richtung. Mit dem Schalter S8 (an der Rückseite) kann die Richtung des Frequenzablaufes umgeschaltet werden, um das POLYSKOP zusammen mit dem SELEKTOMAT (Typ USWV) verwenden zu können. Näheres siehe Beschreibung zum Selektomat. Während des Rücklaufes der Frequenz und des Strahles wird der Oszillator ausgetastet, um im Oszillogramm eine Nullinie zu erhalten. Die Austastung muß also im Punkt maximaler Frequenz einsetzen, der Strahl ist dann am weitesten rechts auf dem Bildschirm. Die Wiedereinschaltung des Wobbeloszillators erfolgt im Punkt tiefster Frequenz des Strahles. Zur Austastung wird also eine Rechteckwellenspannung benötigt, deren Flanken mit dem Maximal- bzw. Minimalwert der Sinusspannung zusammenfällt.

Erzeugung der Austastspannung

Die Austastspannung wird im POLYSKOP durch Begrenzung einer vom Transformator Tr2 gelieferten Sinusspannung gewonnen. Weil bei der Begrenzung die Flanken der Rechteckspannung den Nulldurchgängen der Sinusspannung entsprechen, muß diese Sinusspannung vor der Begrenzung um 90° gedreht werden, um die gewünschte Phasenlage zu erreichen. Die 90°-Phasendrehung wird mit dem Phasenschieber R62, C49 erreicht. Rechteckförmig begrenzt wird die Sinusspannung im linken System von Rö10, deren Katode auf -85 V liegt und deren Anode mit dem Gitter der Regelröhre Rö11 verbunden ist. Während des Hinlaufes ist Rö10 L gesperrt, Rö11 kann normal arbeiten. Während des Rücklaufes ist Rö10 L ge-

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Rö 10
ECC 81
- 85
Austastimp

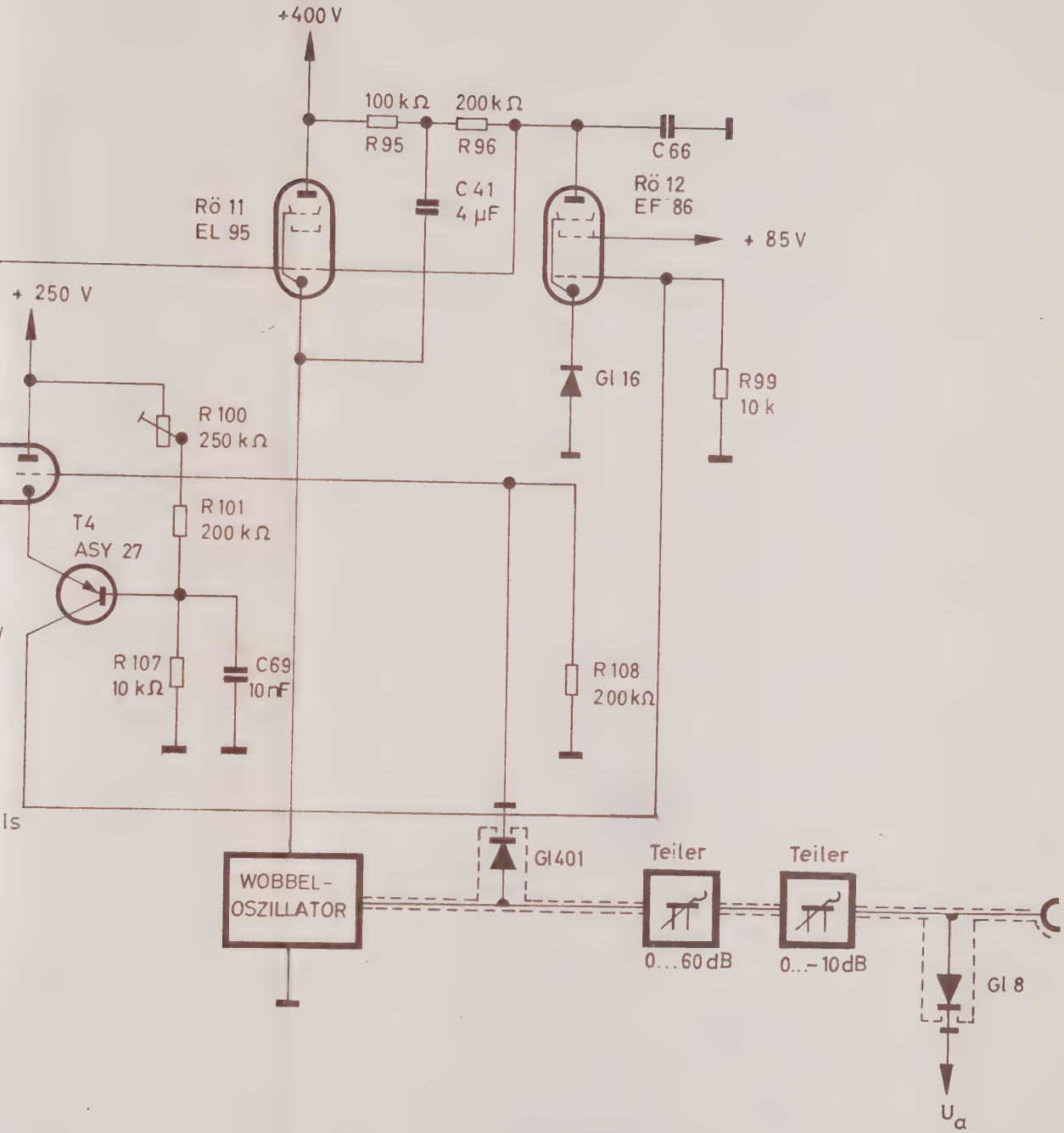


Bild 17. Regelverstärker und Austastung im POLYSKOP II

öffnet und zieht Anodenstrom. Die Anodenrestspannung ist infolge des hohen Außenwiderstandes (R96 = 200 kΩ) klein (etwa 30...40 V) und, da die Katode von Rö10 L auf -85 V liegt, hat die Anode von Rö10 L und damit das Gitter von Rö11 etwa 40...50 V Minusspannung gegen Masse. Rö11 ist also völlig gesperrt und der Wobbeloszillator schwingt nicht mehr.

5.2 Anzeigeteil

Der Anzeigeteil hat die Aufgabe, eine von der Frequenz des Wobblers abhängige Meßgröße des Meßobjektes zur Anzeige zu bringen. Jede dieser Meßgrößen muß zum Zwecke dieser Anzeige in eine ihr proportionale Gleichspannung verwandelt werden. Hierzu sind bei der Anzeige der Gruppenlaufzeit, des Reflexionsfaktors usw. Zusatzgeräte nötig, die Anzeige der Amplitude erfordert dagegen nur eine einfache Gleichrichtung.

HF-Eingang

Hierzu dient der eingebaute HF-Meßkopf. Das HF-Signal, das das Meßobjekt durchlaufen hat, wird diesem Meßkopf zugeführt und kann in der Stellung „HF" des Umschalters vom Kanal Y_1 zur Anzeige gebracht werden. Für Signale, die bereits im Meßobjekt gleichgerichtet werden, z.B. im Demodulator eines Empfängers oder aber in einem Tastkopf, sind gesonderte NF-Eingänge vorgesehen. Da das bereits im Meßobjekt demodulierte Signal je nach Polung des eingebauten Demodulators positive oder negative Polarität haben kann, ist die Polarität für die beiden NF-Eingänge wählbar, um in jedem Falle ein aufrechtstehendes Bild einstellen zu können. Um die Möglichkeit zu haben, zwei Vorgänge gleichzeitig zu beobachten, ist der Y-Verstärker als Zweikanalverstärker mit elektronischer Umschaltung ausgebildet.

NF-Eingänge

Y-Verstärker

Der Y-Verstärker muß im Vergleich zu einem normalen Oszillografenverstärker einige besondere Eigenschaften haben. Bei der Übertragung eines linearen Frequenzganges ist die Meßspannung während des Hinlaufes konstant, während des Rücklaufes

160; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Null. Hin- und Rücklauf dauern dann je 10 ms. Der Y-Verstärker muß also ein 50-Hz-Rechteckwellensignal übertragen, ohne daß eine erkennbare Dachschräge auftritt. Die Grenzfrequenz muß daher extrem niedrig liegen (etwa 0,2 Hz), die Koppelzeitkonstanten liegen bei 1 sec. und höher. Zur Erzeugung der Gittervorspannung der ersten Röhre wird eine Neumannzelle als Katodenwiderstand verwendet, die einer Kapazität von 40 000 µF entspricht. Die Schirmgitterspannung wird durch einen verhältnismäßig niederohmigen Spannungsteiler erzeugt, der nicht kapazitiv überbrückt ist.

Wählbare Polarität

Die nächste Stufe (Rö21, Rö15 = ECC 81) arbeitet in Paraphasenschaltung und erzeugt zwei gegenphasige Signale, die über Bolais (RLS 6 bzw. 7) wahlweise eingeschaltet werden können. Die folgende Stufe ist wieder eine Doppeltriode mit gemeinsamem Katodenwiderstand. Im linken System wird das Signal verstärkt, das rechte dient als Katodenverstärker für einen Schaltimpuls bei Zweistrahlbetrieb. Bis einschließlich zu dieser Stufe sind die beiden Kanäle Y_1 und Y_2 völlig gleich aufgebaut. Die elektronische Umschaltung bei Zweistrahlbetrieb erfolgt in Rö22 und Rö16. Die Anoden der linken Systeme dieser Röhren sind verbunden und haben einen gemeinsamen Arbeitswiderstand, während die Gitter der rechten Systeme mit von einem bistabilen Multivibrator gelieferten (Rö23) Umschaltimpuls gesteuert werden. Bei Oszillografen ist der Y-Verstärker normalerweise als Wechselspannungsverstärker ausgebildet, was zur Darstellung symmetrischer Wechselspannungen völlig ausreichend ist. Bei einem Wobbeloszillografen liegen die Verhältnisse dagegen anders. Von Ausnahmen abgesehen (Diskriminatorkennlinie), baut sich das Oszillogramm nach einer Seite von der Nullinie auf, d.h. das Signal enthält eine Gleichspannungskomponente. Wird diese nicht übertragen, so hat die Nullinie auf dem Bildschirm eine Lage, die vom Inhalt des Oszillogrammes abhängt. Ändert sich also z.B. während eines Abgleichvorganges die Höhe oder (und) Breite einer dargestellten Durchlaßkurve, so hat dies zur Folge, daß die Nullinie sich vertikal verschiebt, was zur Auswertung des Oszillogrammes nach einem Transparentschema sehr störend ist.

Elektron. Umschaltung

(F, 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Anklammerung

Zur Vermeidung dieses Nachteiles wird im POLYSKOP eine symmetrische, frequenzablaufsynchron getastete Nullinienanklammerung angewendet, die während des Rücklaufes das der Nullinie entsprechende Potential sehr genau auf einem bestimmten Pegel hält. Als Klammerdiode dient Rö17 (EAA 91). Nach dieser Klammerschaltung darf das Signal keine C-Kopplung mehr durchlaufen, die beiden letzten Stufen sind daher als Gleichstromverstärker ausgebildet (Rö18-I/Rö19). Im Anodenkreis von Rö19 (EL 84) liegen die Vertikalablenkspulen L32.

Verschiebestrom

Da der Anodenstrom einer Röhre nur in einer Richtung fließt, kann man mit ihm den Elektronenstrahl von der Bildschirmmitte aus nur in einer Richtung ablenken. Um den ganzen Bildschirm ausschreiben zu können, wird über R164 und L42 ein dem Anodenstrom der Endröhre entgegengesetzter Strom („Verschiebestrom") durch die Ablenkspulen geleitet, der beim Anodenstrom Null der Endröhre den Strahl bis etwas über den unteren Rand der Bildröhre ablenkt. Auf diese Weise kann mit dem Anodenstrom von Rö19 der Strahl über die ganze Bildschirmhöhe abgelenkt werden. Der „Verschiebestrom" über R164 wird von der Oberspannung des elektronisch stabilisierten Netzgerätes (etwa 400 V) geliefert. Diese Oberspannung ist natürlich netzspannungsabhängig und damit auch der Verschiebestrom. Das Oszillogramm würde sich also bei Netzspannungsschwankungen in vertikaler Richtung verschieben. Um diesen unerwünschten Effekt zu beseitigen, wird von der Oberspannung über R188 ein kleiner zusätzlicher Strom in den Anodenkreis von Rö18 eingespeist. Er bewirkt bei einer Änderung der Oberspannung eine Verschiebung des Arbeitspunktes und damit des Anodenstromes von Rö19, der die Veränderung des Verschiebestromes gerade aufhebt.

Anklammerung

Anklammerung und elektronische Umschaltung.
Wie schon erwähnt, dient die Klammerschaltung zur Festhaltung des Nullinienpegels; sie erfolgt synchron mit dem Frequenzablauf und wird entsprechend dem Austastimpuls gesteuert. Dazu wird von der gleichen Spannung, die den Austastimpuls in Rö10 L erzeugt, ein entsprechender Impuls in Rö25 R erzeugt, dessen Tastverhältnis einstellbar ist. Die Katode von Rö25 R liegt auf negativem Potential, die Anode von Rö25 R ist mit dem Gitter von

60, 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Rö25 L verbunden, deren Außenwiderstand je zur Hälfte in Anoden- und Katodenleitung liegt. Der Austastimpuls öffnet Rö25 R. Wegen des hohen Außenwiderstandes ist die Anodenrestspannung klein (etwa 30 V) und, da die Katode auf -85 V liegt, etwa -50 V gegen Masse. Das Gitter von Rö25 L wird ebenfalls 50 V negativ gegen Masse. Rö25 L wird also gesperrt, die Katode wird negativer, die Anode positiver. Bei fehlendem Austastimpuls (während des Hinlaufes) ist Rö25 R gesperrt. Das Gitter von Rö25 L liegt über Anodenwiderstand R194 an Anodenspannung. Rö25 L ist geöffnet. An Rö25 L stehen also zwei gegenphasige Rechteckwellenspannungen zur Verfügung, die mit der Austastspannung in Phase sind. Diese Rechteckwellenspannungen werden über C83 und C84 auf die Reihenschaltung der Dioden in Rö17 gegeben. Die Dioden richten die Klammerimpulse gleich, die Gleichspannung steht am Potentiometer R168, der aber noch die Impulsspannung überlagert ist. Die Phasenlage ist so gewählt, daß immer während der Austastung die Dioden leitend werden. Da der Durchlaßwiderstand sehr gering ist, haben alle Elektroden der Duodiode dann praktisch gleiche Spannung, nämlich die, die vom Potentiometer R167 dem Schleifer vom Potentiometer R168 zugeführt wird. Unsymmetrien der Dioden können mit R168 ausgeglichen werden. Die Mittelverbindung der beiden Dioden liegt am Gitter des Gleichstromverstärkers Rö18 L, dem außerdem über R144 und C82 das Signal von Rö16-Rö22 zugeführt wird. Während des Klammervorganges ist dieses Gitter also über die leitenden Dioden niederohmig mit der von R167 abgegebenen Spannung verbunden, das Gitter hat also während des Rücklaufes ein bestimmtes, festes Potential und damit hat die Nullinie eine feste Lage auf dem Bildschirm. Während des Hinlaufes sind die Dioden gesperrt, die Mittelverbindung der Dioden hat mit den anderen Elektroden keine leitende Verbindung mehr, so daß das Gitter von Rö18 ungehindert vom Signal ausgesteuert werden kann. Da kein Gitterableitwiderstand vorhanden ist, genügen zur Übertragung des Signals trotz der extrem niedrigen Grenzfrequenz 1000 pF. Ein Gitterableitwiderstand ist hier nicht erforderlich, da ein Weglaufen der Gitterspannung infolge der Klammerschaltung nicht möglich ist.

Gleichstromverstärker

098; 0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Bei Zweistrahlbetrieb werden die beiden vom Verstärker gelieferten Signale abwechselnd eingeschaltet, so daß jedes Signal nur bei jedem zweiten Durchlauf zur Anzeige kommt. Am Bild macht sich dies durch eine geringere Helligkeit und Flimmern bemerkbar. Die Umschaltung von einem Kanal auf den anderen erfolgt immer am Ende des Hinlaufes, die Klammerschaltung hat dann genügend Zeit (10 ms), um den Koppelkondensator C82 auf den dem anderen Signal entsprechenden Nullinienpegel umzuladen. Der Umschaltimpuls hat eine Folgefrequenz von 25 Hz.

Elektron. Umschaltung

Er wird folgendermaßen erzeugt: Von der Katode Rö25 L wird der Klammerimpuls über C94 der Röhre Rö24 R zugeführt und in Rö24 begrenzt und verstärkt. Mit dem RC-Glied C99/R207 wird der Rechteckimpuls differenziert und Rö24 L zugeführt. Dem Gitter dieser Röhre wird über den Spannungsteiler R207-R206 eine so hohe Minusspannung zugeführt, daß sie normalerweise gesperrt ist. Nur die positive Spitze des differenzierten Rechtecksignals reicht in den Aussteuerbereich der Röhre und ruft an deren Anodenwiderstand R208 negative Nadelimpulse hervor. Da die Anodenspannung des bistabilen Multivibrators Rö23 von der Anode von Rö24 L abgenommen wird, wird dieser durch den Nadelimpuls getriggert. Der bistabile Multivibrator („Flip-Flop-Schaltung") hat zwei stabile Ruhelagen, d.h. es ist immer ein System geöffnet, während das andere gesperrt ist. Bei jedem Trigger kippt das System in die andere Gleichgewichtslage um. Die Schaltung ist so dimensioniert, daß der Punkt R165-R199 entweder etwa -15 V oder aber etwa +50 V gegen Masse hat. An Punkt R197-R200 stehen gleiche Spannungen, jedoch in G e g e n p h a s e . Mit diesen Spannungen werden die Röhren Rö16 R bzw. Rö22 R gesteuert. Liegt z.B. an Rö22 R die -15-V-Spannung an, so ist dieses System gesperrt und System Rö22 L kann als normaler NF-Verstärker arbeiten; liegen jedoch die +50 V an, so zieht Rö22 R starken Anodenstrom und das Katodenpotential stellt sich auf etwa +55 V ein. Die Katoden von Rö22 R und Rö22 L sind verbunden, deshalb hat jetzt Rö22 L eine Gitterspannung von etwa -50 V (Gitterspannung gegen Masse etwa +8 V) und ist damit auch für große Signalamplituden gesperrt. Das gleiche gilt sinnge-

Erzeugung des Umschaltimpulses

Elektron. Umschaltung

098; 0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

mäß auch für Rö16. Die NF-Signale werden also immer abwechselnd auf den gemeinsamen Anodenwiderstand R138 gegeben. Ist einer der beiden Kanäle abgeschaltet, ist eine elektronische Umschaltung überflüssig. Es wird dann eine Katode von Rö23 abgeschaltet, das betreffende System ist dann gesperrt und der bistabile Multivibrator spricht nicht mehr auf die Trigger an, der nichtbenutzte NF-Kanal bleibt dauernd gesperrt. Die Katoden von Rö23 und Rö24 sind paarweise verbunden, so daß bei Abschaltung einer Katode von Rö23 auch immer eine Katode von Rö24 abgeschaltet ist. Damit wird erreicht, daß der Trigger selbst, der sich bei Einkanalbetrieb störend bemerkbar macht, auch mit abgeschaltet ist.

5.3 Markengenerator

Der Markengenerator dient zur frequenzmäßigen Orientierung bei Auswertung des Oszillogrammes. Es können 1-, 10- und 50-MHz-Marken geschrieben werden.

Erzeugung der Grundschwingungen

Rö26 L ist als Quarzoszillator in kapazitiver Dreipunktschaltung geschaltet und erzeugt die 1-MHz- und 10-MHz-Grundschwingung. Die Quarze sind durch Relais RLS 4 umschaltbar. Die Quarzschwingung wird in Rö26 R verstärkt, ihr Anodenkreis wird mit RLS 4 auf einen 1-MHz- bzw. 10-MHz-Kreis umgeschaltet. Der 10-MHz-Kreis enthält keinen besonderen Kondensator, die Abstimmung erfolgt mit den Röhren- und Schaltkapazitäten.

Verzerrung der Grundschwingungen

Zur Erzeugung der 50-MHz-Grundschwingung wird Rö26 R als kapazitiver Dreipunktoszillator mit RLS 5 umgeschaltet (C113-L36-C114). Die 10-MHz-Kreisspule L35 wird dann als Anodendrossel, während Rö26 L nicht in Betrieb ist, verwendet. Die Grundschwingung wird Rö27 zugeführt, die als Verzerrer arbeitet. In Rö28 wird das Signal nochmals verzerrt. Das Oberwellenspektrum reicht nun bis 800 MHz hinauf und wird der Mischdiode (Gl 12) zugeführt. Hier wird es mit einem kleinen Teil der Senderausgangsspannung, der über R106 angekoppelt wird,

Markenmischung

gemischt. Bei jedem Durchgang der Senderfrequenz durch eine Oberwellenfrequenz des Spektrums entsteht eine Schwebung. Diese Schwebungsfrequenz wird in Röhre Rö29 zweistufig verstärkt, in Rö18 R nochmals verstärkt und über C85 in den NF-Kanal eingekoppelt.

Markenverstärkung

5.4 Stromversorgung

Heizung

Die Heizung der Röhren erfolgt (ausgenommen Rö6, Rö7 und Rö9) mit unstabilisierter Wechselspannung von 6,3 V. Es werden drei Heizstromkreise verwendet. Die Heizung der Senderseite liegt einpolig am Chassis, die Heizleitungen sind nur einpolig geführt (Wicklung 5-6). Die Heizleitungen auf der NF-Seite sind zweipolig geführt, der Heizstromkreis liegt einpolig an Masse (Wicklung 3-4). Die Katoden der Röhren Rö11, Rö30 und Rö31 haben hohe Gleichspannung gegen Masse. Diese Röhren werden aus einer besonderen Wicklung (1-2) geheizt, die nicht auf ein bestimmtes Potential gelegt ist. Durch Isolationsströme K/f in den Röhren stellt sich das Potential automatisch auf f/K-Spannung ein.

Heizung HF-Generator

Die HF-Generatorröhren Rö6, Rö7 und Rö9 werden aus Gründen der Lebensdauer und Stabilität mit einer elektronisch stabilisierten Gleichspannung geheizt. Aus der Heizwicklung (15-16) des Transformators Tr1 wird in dem Graetz-Gleichrichter Gl13 eine Gleichspannung von etwa 12 V gewonnen und einem Transistorregelgerät T1, T2 und T3 zugeführt. Die zur Stabilisierung erforderliche Vergleichsspannung wird an einer Zener-Diode (Gl14) gebildet. An dem Potentiometer R258 kann die Einstellung der geregelten Heizspannung auf 6,3 V erfolgen.

Geregelter Heizkreis

Anodenspannung

Die Anodenspannung der Röhren der Senderseite und des Markengenerators (etwa 205 V) ist unstabilisiert und wird von Gl5-C61-L30-C62 geliefert. Eine Stabilisation ist hier überflüssig, da durch die Regelschaltung die HF-Ausgangsspannung ohnehin konstant gehalten wird.

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Die Anodenspannung des Anzeigeteiles (250 V) ist elektronisch stabilisiert (Rö30, Rö31, Rö32 und Rö33). Das Regelgerät arbeitet nur in Rückwärtsregelung, es braucht also nur die Ausgangsspannung von 250 V eingestellt zu werden.

Oberspannung

Die Oberspannung (etwa 400 V) zur Speisung des Regelgerätes wird von G14 geliefert. Die Minuspole von Lade- und Siebkondensator liegen nicht auf Masse, sondern an den entsprechenden Pluspolen von Lade- und Siebkondensator der Gleichrichterschaltung für 205 V. Auf diese Weise können trotz der Spannung von 400 V normale Elektrolytkondensatoren mit 250 V Betriebsspannung verwendet werden.

Hochspannung

Die Hochspannung für die Bildröhre (etwa 6 kV) wird durch Spannungsverdopplung aus einer 1,7-kV-Wechselspannung mit zwei Stabgleichrichtern gewonnen, denen ein Schutzwiderstand von 50 kΩ vorgeschaltet ist. Die Siebung erfolgt mit C57-C58, die Widerstände R65-R66 dienen zum Entladen der Hochspannungskondensatoren nach Abschalten des Gerätes.

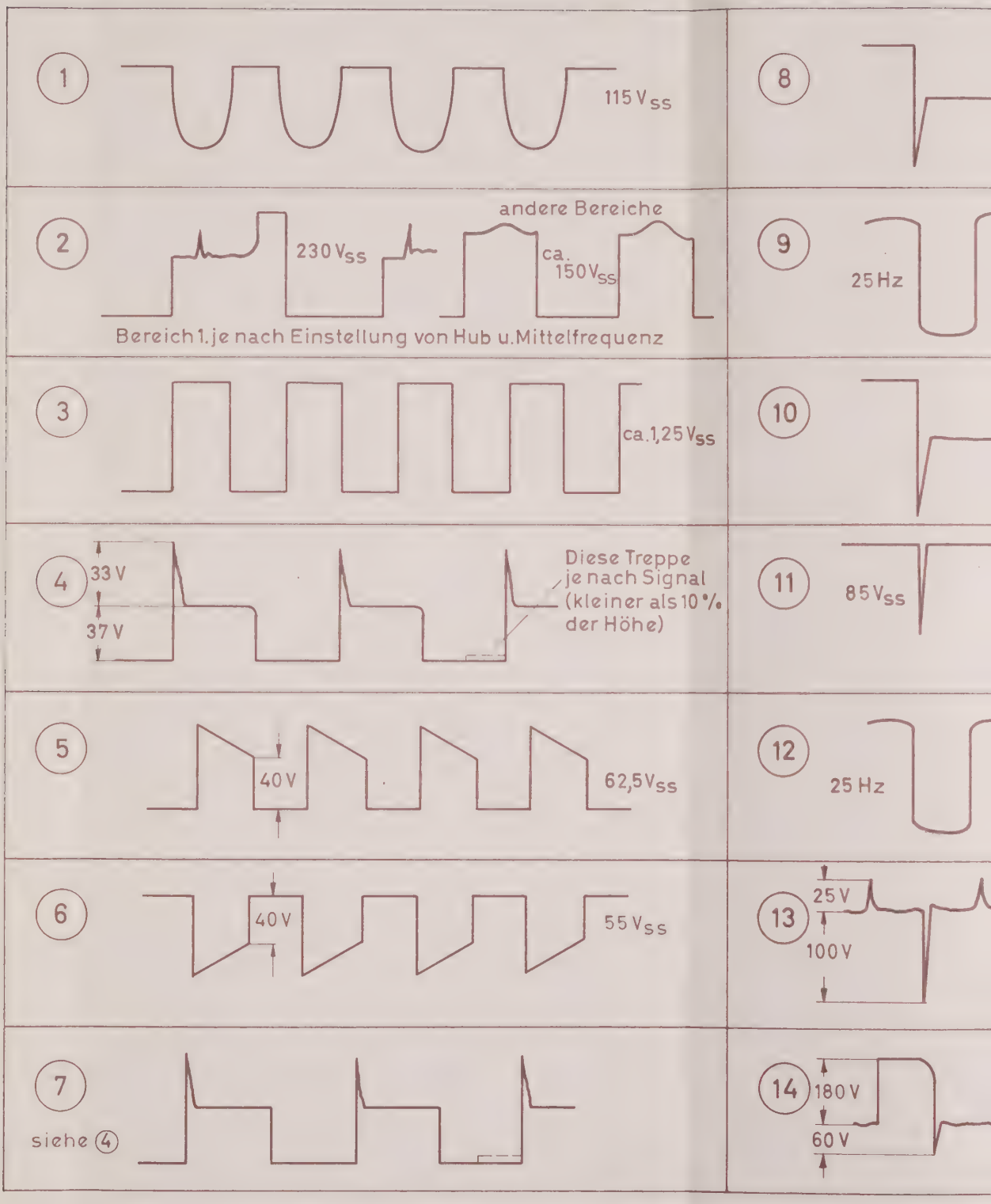
Minusspannung

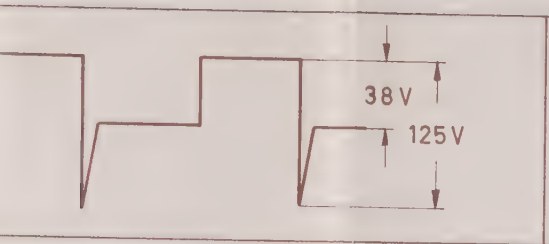
Die an einigen Stellen des Gerätes benötigte negative Spannung (-85 V) wird von der Anordnung G16-C67-R72-C68 geliefert und von Rö34 (85 A 2) konstant gehalten.

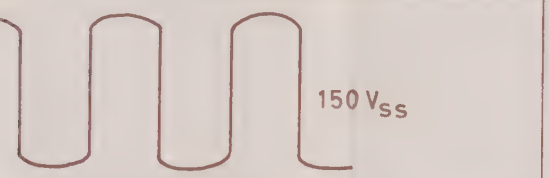
Lüfter

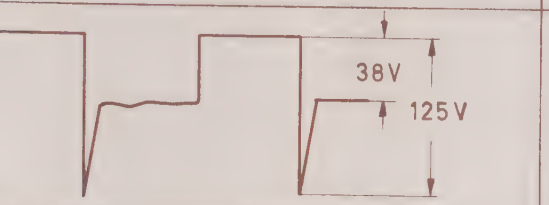
An der Rückseite des Gerätes ist ein Lüfter eingebaut, der es auch im Dauerbetrieb vor unzulässiger Erwärmung schützt.

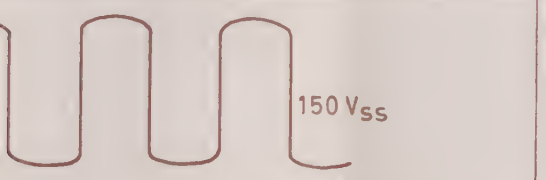
00 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

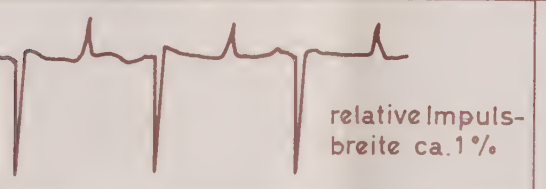

1
115 Vss
2
230 Vss
andere Bereiche
ca. 150 Vss
Bereich 1. je nach Einstellung von Hub u. Mittelfrequenz
3
ca. 1,25 Vss
4
33 V
37 V
Diese Treppe je nach Signal (kleiner als 10 % der Höhe)
5
40 V
62,5 Vss
6
40 V
55 Vss
7
siehe ④
8
9
25 Hz
10
11
85 Vss
12
25 Hz
13
25 V
100 V
14
180 V
60 V

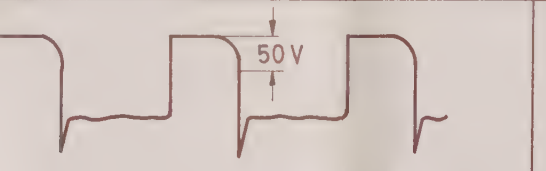




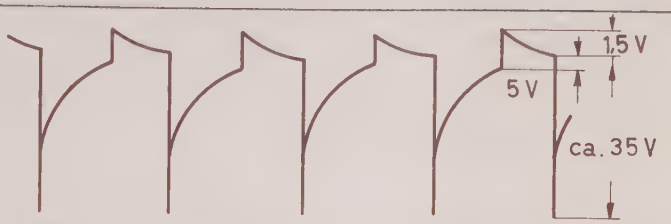








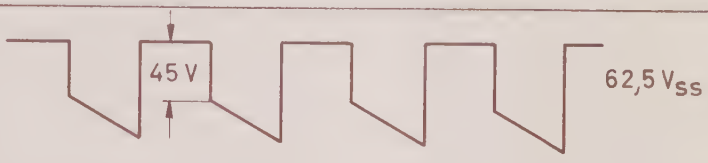
15



16

17

18



19

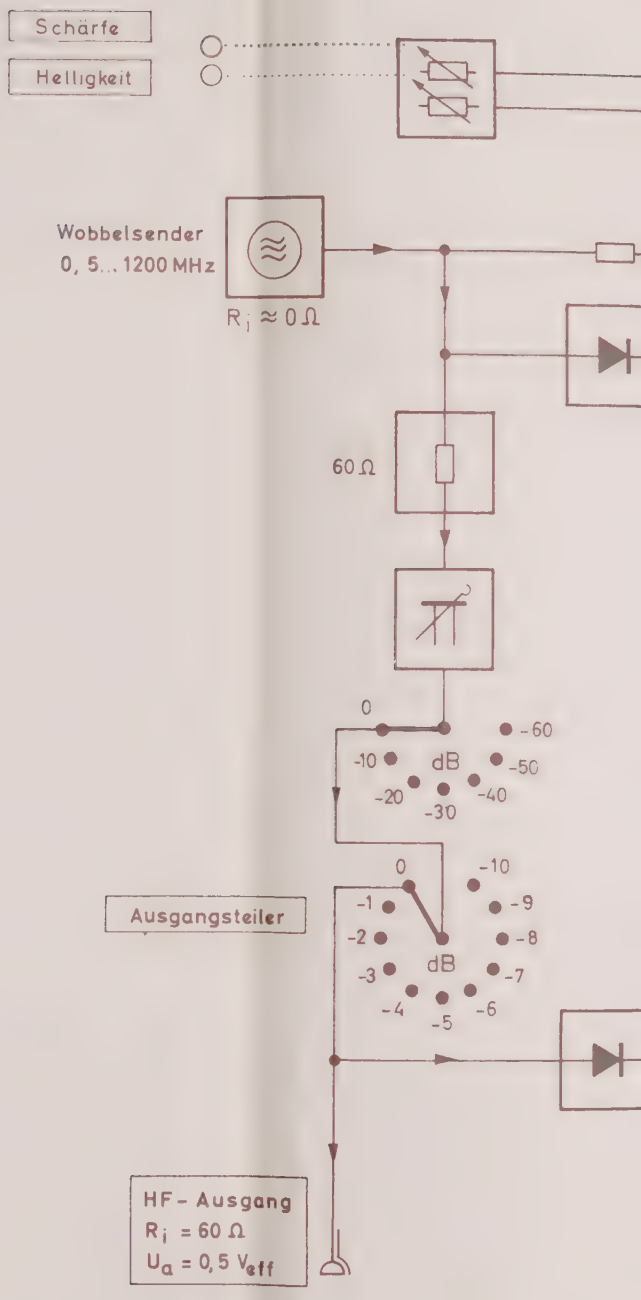
20

21

Frequenzmarken „Aus"
oder „Fremd"

Bild 18 Impulsbilder

Sendeteil



R 10982
Bl.65

POLYSKOP II

Empfangsteil

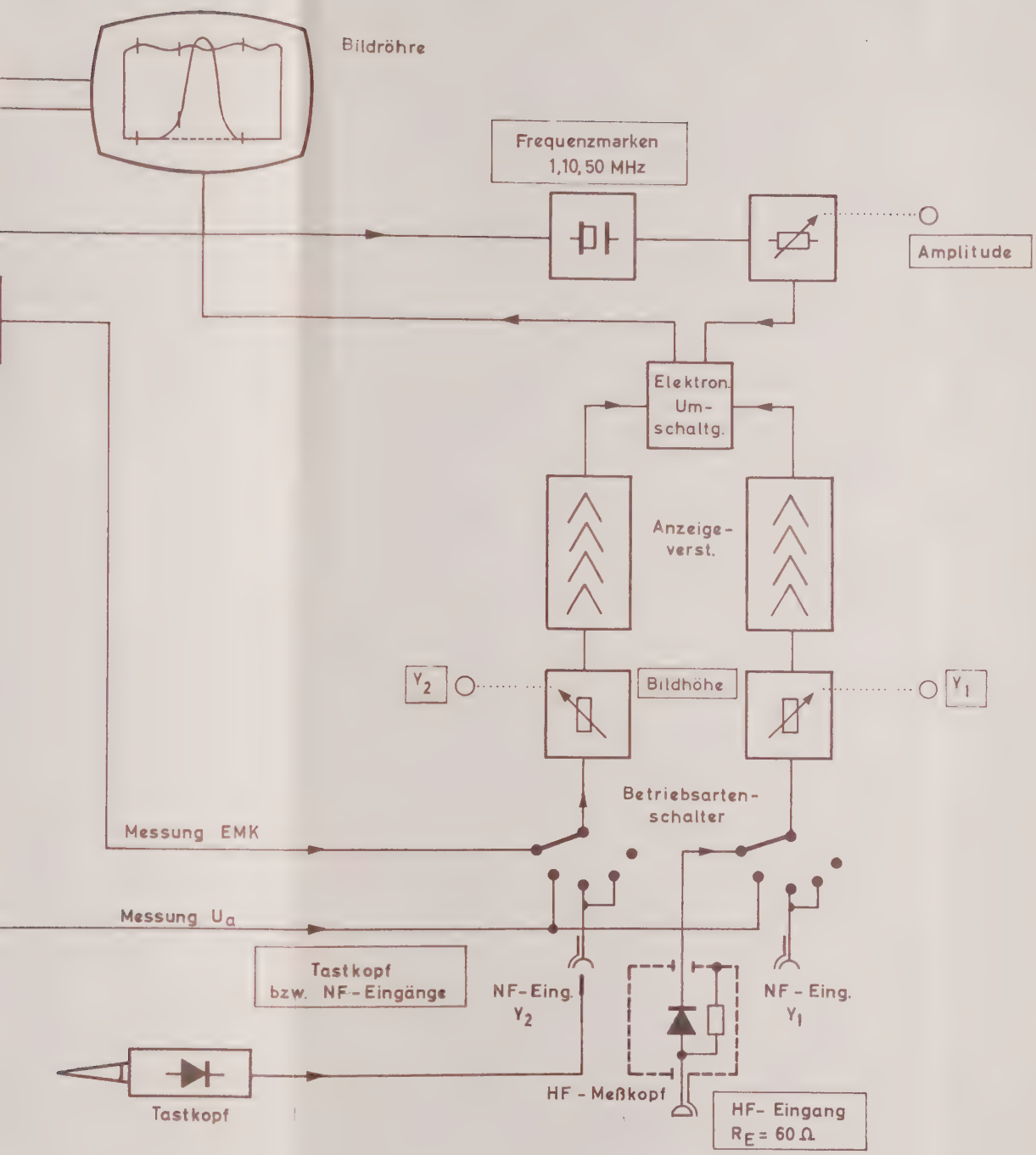


Bild 19. Blockschaltbild

6. Datenblatt zum POLYSKOP II mit Bestellbezeichnungen für Zubehör

6.1. Eigenschaften des Senderteiles

Senderteil	gewobbelter HF-Generator
Frequenzbereich	0,5...1200 MHz
sechsfach unterteilt	0,5...50...100...200...300...400...1200 MHz
Überlappung der Teilbereiche	>5 MHz (im Mittel 10 MHz)
Wobbelung	
Frequenzhub	
für Bereich 0,5...400 MHz	±0,2...±50 MHz
für Bereich 400...1200 MHz	bei 400 MHz: ±0,1... >±10 MHz bei 800 MHz: ±0,2... >±30 MHz bei 1200 MHz: ±o,3... >±50 MHz um die Mittelfrequenz, jedoch nicht über die Grenzen der Teilbereiche hinaus; stetig veränderbar
Mittelfrequenz	innerhalb der Teilbereiche beliebig einstellbar, im Bereich 400...1200 MHz auf geeichter Trommelskala
Wobbelfrequenz	Netzfrequenz
Frequenzablauf	ansteigend oder abfallend, umschaltbar, Rücklauf ausgetastet
x. Ausgangsspannung bei Abschluß mit Z_o	
50-Ω-Ausführung	0,4 V_{eff} ±20 %
60-Ω-Ausführung	0,5 V_{eff} ±20 %
Ausgangsteiler	6 Stufen zu je 10 dB, 10 Stufen zu je 1 dB (für Frequenzen über 800 MHz größte erreichbare Dämpfung 40 dB)
Frequenzgang der Ausgangsspannung	
(Abschluß mit Z_o)	
im Bereich 0,5...1,5 MHz	< 0,25 dB
im Bereich 1,5...800 MHz	< 0,05 dB/MHz, jedoch nicht größer als ±0,3 dB für max. Hub bei beliebiger Mittenfrequenz
im Bereich 800,..1200 MHz	< 0,07 dB/MHz, jedoch nicht größer als ±1 dB für max. Hub bei beliebiger Mittenfrequenz
Klirrfaktor	< 5 %

Quellwiderstand Z_o	50 Ω bei BN 4245/50 60 Ω bei BN 4245/60
Ausgang	Kurzhubstecker Dezifix B

6.2 Eigenschaften des Empfangsteiles

Empfangsteil	zwei gleichartige unabhängige Kanäle, mit halber Wobbelfrequenz umgetastet; Verstärkungen stetig einstellbar
Eingänge	1) konzentrischer HF-Eingang mit Abschlußwiderstand und eingebauter Meßdiode 2) zwei HF-Tastköpfe mit eingebauten Meßdioden 3) zwei NF-Eingänge
HF-Eingang	Z_o = 50 oder 60 Ω, je nach Bestell-Nr.
Frequenzbereich	0,5...1200 MHz
Empfindlichkeit	etwa 50 mV für volle Bildhöhe
Welligkeitsfaktor s	
für Bereiche 0,5... 400 MHz	< 1,06
für Bereich 400...1200 MHz	< 1,1 unter 800 MHz < 1,2 über 800 MHz
Belastbarkeit	max. 1 W (Summe aus HF- und Gleichstrombelastung)
Anschluß	Kurzhubstecker Dezifix B

HF-Tastkopf-Eingänge

Tastkopf ohne Farbkennzeichnung	neg. Ausgangsspannung, Gleichrichterschaltung geerdet
Tastkopf mit roter Farbkennzeichnung	pos. Ausgangsspannung, Gleichrichterschaltung erdfrei
Frequenzbereich	0,5...400 MHz (verwendbar bis 1200 MHz)
Spannungsbedarf	etwa 30 mV für volle Bildhöhe
Belastbarkeit	max. 10 V
Eingangswiderstand bei 300 MHz	20 kΩ parallel 3 pF; gleichspannungssicher bis 500 V
Anschluß	über die NF-Eingangsbuchse

NF-Eingänge	für Meßobjekte mit eigenem Gleichrichter
Frequenzbereich	0,5...6 kHz (gleichzeitig Frequenzbereich der NF-Verstärkung für HF-Eingang und Tastköpfe)
Spannungsbedarf	etwa 2 mV für volle Bildhöhe
Polarität	wahlweise positiv und negativ
Eingangswiderstand	500 kΩ ±20 %, gleichspannungssicher bis 250 V
Anschlüsse	2 HF-Buchsen 4/13 DIN 47284, umrüstbar

6.3 Eigenschaften des Anzeigeteiles

Anzeigeeinrichtung	Katodenstrahloszillograf für gleichzeitige Darstellung zweier Meßgrößen durch Umtastung des Empfangsteils
Bildformat	280 x 210 mm (36-cm-Fernsehbildröhre mit magnetischer Ablenkung)
Dargestellte Meßgrößen (je Kanal getrennt umschaltbar)	EMK des Senderteils (Funktionskontrolle), Spannung am Ausgang des Senderteils, Spannungen am Meßobjekt (HF-Eingang, HF-Tastköpfe, NF-Eingänge)
Frequenzachse	horizontal
Volle Bildbreite	gleich dem am Senderteil eingestellten Hub
Frequenzmaßstab	annähernd linear
Eichung	durch eingeblendete Frequenzmarken, Mittelfrequenz zusätzlich auf Trommelskala ablesbar
Frequenzmarken	eigen und/oder fremd; Amplitude stetig veränderbar; Erzeugung unter Umgehung des Meßobjektes
Eigenmarken	wahlweise in Abständen von 1,10 oder 50 MHz, 1 und 10 MHz quarzgesteuert (1-MHz-Marken bis über 600 MHz, 10- und 50-MHz-Marken bis über 800 MHz verwendbar)
Fremdmarken	Frequenz eines außen angeschlossenen Generators; Spannungsbedarf etwa 4 V_{eff} bei Frequenzen < 20 MHz und etwa 1 V_{eff} bei Frequenzen > 20 MHz; Eingang Kurzhubstecker Dezifix B (rückseitig) $R_e \approx 60\ \Omega$, verwendbar für Generatoren mit Innenwiderstand 50, 60 oder 75 Ω

Spannungsachse	vertikal; Nullinie über halbe Bildhöhe verschiebbar
Abbildungsmaß	annähernd quadratisch (HF-Eingänge) bzw. abhängig von der Gleichrichtung im Meßobjekt (NF-Eingänge)
Transparentraster	linear geteilte, auswechselbare Plexiglasscheibe mit einstellbarer Flutlichtbeleuchtung
Eichung	durch Herabsetzen der Senderspannung mit Hilfe der eingebauten Eichteiler
Leuchtfleckunterdrückung	selbsttätige Sperrung des Strahlstroms zur Verhinderung des Auftretens von Einbrennflecken auf dem Bildschirm bei Abschalten der Netzspannung
Dämpfungsmeßbereich	etwa 30 dB für Dämpfung, 60 dB für Verstärkung, durch Vorschalt-Dämpfungsglieder vergrößerbar
Anzeigeteil-Fehlergrenzen bei der Dämpfungsmessung	±0,2 dB bei voller Bildhöhe
Auflösungsvermögen für Dämpfungsänderungen des Meßobjektes im gesamten Frequenzbereich	etwa 20 kHz

6.4 Gemeinsame Daten

Netzanschluß	115/125/220/235 V -5...+10 % 47...63 Hz (etwa 200 VA)
Bestückung	1 Röhre D 3 a 3 Röhren E 88 CC 3 Röhren E 280 F 1 Röhre EAA 91 12 Röhren ECC 81 4 Röhren EF 86 1 Röhre EF 804 S 2 Röhren EL 84 2 Röhren EL 86 2 Röhren EL 95 1 Röhre AW 36-48 1 Röhre RH 7 C 2 Stabilisatoren 85 A 2 2 Transistoren OC 604 spez. 1 Transistor AD 130 V 1 Transistor ASY 27 2 Skalenlampen RL 163 1 Kontrollampe RL 215 1 Schmelzeinsatz 2 D DIN 41571 für 115/125 V 1 Schmelzeinsatz 1 C DIN 41571 für 220/235 V

Abmessungen (B x H x T) . . . . . 540 x 370 x 575 mm (Stahlblechkasten mit abnehmbarem Deckel)

Gewicht . . . . . etwa 55 kg
(einschließlich Zubehör)

6.5 Mitgeliefertes Zubehör (im Preise eingeschlossen)

1 Netzkabel (Länge = 2 m) . . . . . R&S-Sach-Nr. LK 333

2 HF-Tastköpfe mit
2 Ersatzspitzen . . . . . BN 42443, geerdet
BN 42444, erdfrei

1 Kabel (50 oder 60 Ω) mit
2 Präzisions-Kurzhubsteckern
Dezifix B, Länge 75 cm . . . . . BN 4245/50-48 oder BN 4245/60-48

6.6 Empfohlene Ergänzungen (gesondert zu bestellen)

Verzweigungsglieder: 50 Ω: BN 42441/50; 60 Ω: BN 42441/60; 75 Ω: BN 42441/75. HF-Stecker 4/13, Kurzhubstecker Dezifix B, Umrüsteinsätze 4/13 auf fremde Anschlüsse, Übergänge Dezifix B auf Anschlüsse fremder Fabrikate, 13-mm-Steckerkabel, Dezifixkabel, feste Dämpfungsglieder Typenreihe DFF, Anpassungsglieder Typenreihe DAF für verschiedene Wellenwiderstände; Einzelheiten siehe die einschlägigen Datenblätter.

Fotovorsatz BN 42442 (für Kleinbildkameras)

Fotovorsatz BN 42442/2 (für Kleinbildkameras und Polaroid-Land-Kameras)

Dezifix-Präzisions-Vorlaufkabel (Kasteneinbau)

50 Ω (elektr. Länge etwa 11,6 m) . . BN 356814/50
50 Ω (elektr. Länge etwa 65 m) . . . BN 356815/50

60 Ω (elektr. Länge etwa 11,6 m) . . BN 356814/60
60 Ω (elektr. Länge etwa 65 m) . . . BN 356815/60

75 Ω (elektr. Länge etwa 11,6 m) . . BN 356814/75
75 Ω (elektr. Länge etwa 65 m) . . . BN 356815/75

6.7 Bestellnummern der verschiedenen POLYSKOP-Ausführungen

POLYSKOP II in 50-Ω-Ausführung . . . BN 4245/50

POLYSKOP II in 60-Ω-Ausführung . . . BN 4245/60

Bestellungen über Geräte mit anderen Anschlüssen erfordern genaue Angaben über den gewünschten Typ.

7 Wartung des POLYSKOP

7.1 Bildröhre

Als Anzeigeröhre wird im POLYSKOP eine normale Fernsehbildröhre verwendet. Während des Betriebes ist der Gerätestahlkasten und die an der Frontplatte befestigte 5 mm starke Plexiglasschutzscheibe ein weitgehender Schutz bei eventueller Beschädigung der Bildröhre.

Auf dem Glaskolben der Fernsehbildröhre lastet ein Druck von mehreren Tonnen. Bei einer Beschädigung des Glaskolbens durch Stoß, Schlag oder Kratzer kann es zu einer Implosion kommen, durch welche in der Nähe befindliche Personen erhebliche Verletzungen erleiden können. Es muß daher eindringlich davor gewarnt werden, das POLYSKOP o h n e Gerätestahlkasten oder mit e n t f e r n t e r Plexiglasscheibe zu betreiben oder irgendwo aufzustellen. Wird zum Reinigen der Plexiglasscheibe oder zur Durchführung von Reparaturarbeiten das POLYSKOP aus dem Gerätestahlkasten genommen, so sind Gesicht und Hände durch Schutzscheibe und Handschuhe zu schützen. Diese Vorsichtsmaßnahmen sind besonders wichtig, wenn eine neue Bildröhre eingesetzt werden soll. Muß das Gerät o h n e Kasten längere Zeit belassen werden, so empfiehlt sich, ein starkes Leinentuch darüberzudecken.

7.2 Bildröhrenwechsel (hierzu Bild 21)

Das Gerät muß vor Beginn der Arbeit mindestens 10 Minuten abgeschaltet sein, damit die Hochspannung von 6 kV mit Sicherheit abgeklungen ist. Trotzdem empfehlen wir, nach Abnahme des Hochspannungskabels dieses gegen Masse kurzzuschließen und ebenfalls den Anodenanschluß der Bildröhre mit einem Draht gegen Erde zu verbinden, um jegliche Restladung auszugleichen.

Beim Auswechseln der Bildröhre sind die obengenannten Vorsichtsmaßnahmen in besonderem Maße zu beachten. Ohne Gewalt anzuwenden, wird der Röhrensockel vom Bildröhrenhals entfernt. Nunmehr sind die vier Befestigungsschrauben zu lösen, welche die gesamte Ablenkeinheit auf dem Lagerbock festhalten. Nach Entfernen der Tuchelsteckverbindung

R 10982
Bl. 72

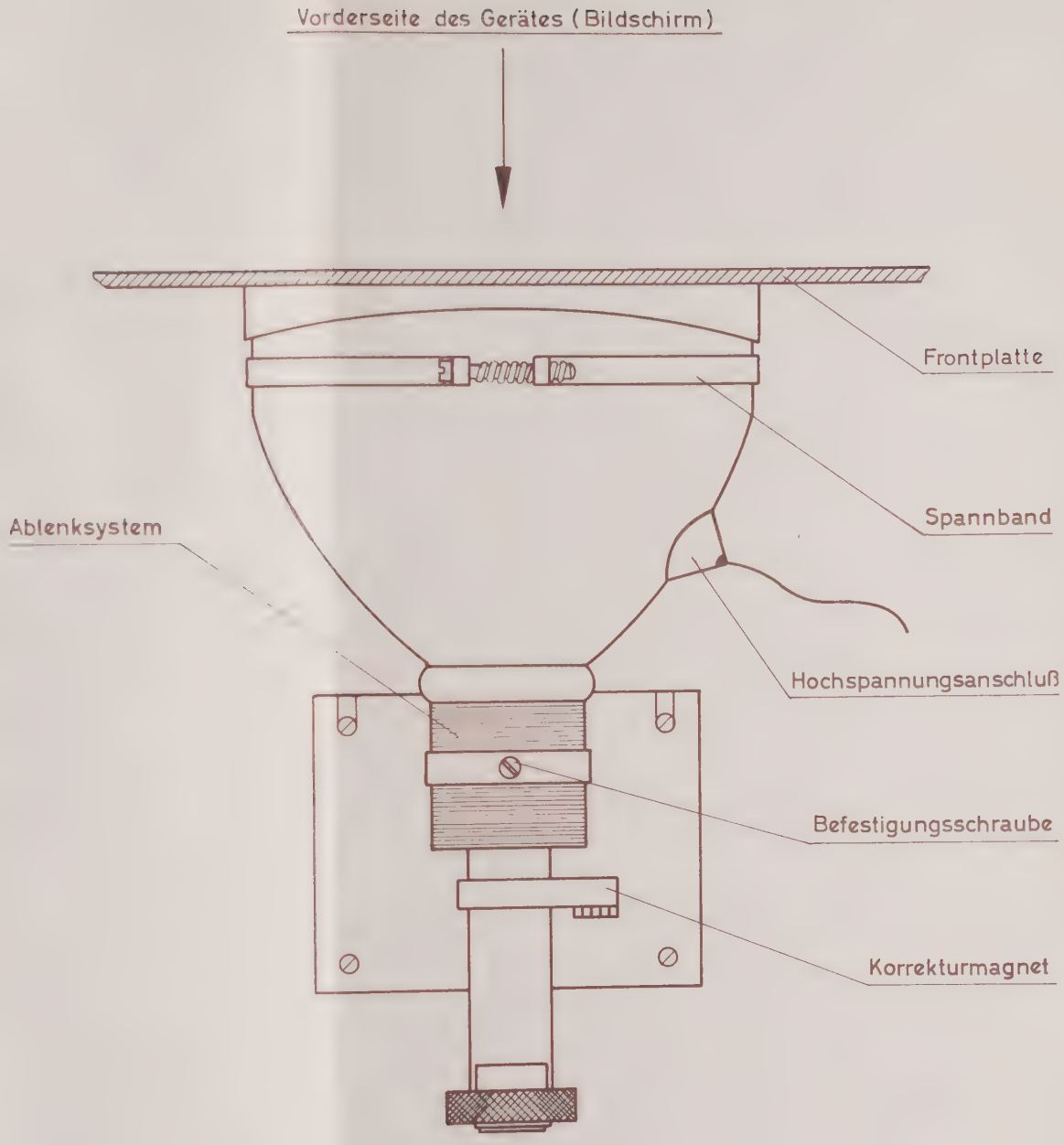


Bild 21 Lage der Bildröhre im POLYSKOP II

kann die Ablenkeinheit nach hinten aus dem Gerät entnommen werden. Der Bildröhrenhals wird sodann durch einen weichen Lappen abgestützt. Schließlich wird das nahe der Frontplatte befindliche Spannband gelöst und die Bildröhre vorsichtig nach oben aus dem Gerät entnommen.

Die Bildröhre soll niemals am Röhrenhals allein gehalten oder gar umgedreht werden. Man trage die Bildröhre auf der flachen Hand mit dem Kolben nach unten unter leichtem Festhalten des Röhrenhalses mit der rechten Hand. Die Röhre soll auf einer weichen Unterlage abgesetzt werden und gegen Umfallen sicher sein.

Die n e u e Bildröhre wird in sinngemäßer Umkehrung der Arbeitsgänge eingebaut.

7.3 Justieren der Bildlage

Eine seitliche Neigung des angezeigten Oszillogramms kann mit dem Ablenksystem korrigiert werden. Hierzu ist die Schraube auf dem Halteband des Ablenksystems zu lockern und dieses zuerst fest gegen den Röhrenkonus anzuschieben. Durch seitliches Verdrehen wird die richtige Horizontallage eingestellt. Eine getrennte Einstellung der Vertikal- und Horizontalablenkspulen ist nicht möglich und auch nicht erforderlich. Durch Drehen der Rändelschraube am Korrekturmagnet kann der Bildpunkt rechts oder links verschoben bzw. können die Bildränder korrigiert werden.

7.4 Auswechseln der Oszillatorröhre RS201[+)]

Hierzu muß die kleine Abschirmkappe über den Durchführungs-Kondensatoren am rückseitigen Ende des Koaxial-Resonators gelöst werden. (Keinesfalls soll der Resonator selbst oder die justierte Trommelskala ausgebaut werden!) Nach Ablöten der Heizdrosseln und des Gitterableitwiderstandes an der Röhrenseite kann die Ringmutterverschraubung gelöst werden. Hierbei ist äußerste Vorsicht geboten, da mit unsachgemäßem Werkzeug leicht der herausragende Teil der Röhre abgebrochen werden kann. Ebenso vorsichtig ist die Röhre aus ihrem Haltering zu ziehen.

[+)] Im Bedarfsfalle kann eine gesonderte Druckschrift „Service-Anleitung zum Wobbelaggregat im POLYSKOP" von uns angefordert werden.

Der Einbau erfolgt sinngem. in umgekehrter Reihenfolge, wobei unter keinen Umständen die Isolierzwischenlage der Gitterscheibe vergessen werden darf. Eventuell wird eine Nachstellung der Rückkopplungsschraube im Katodenbügel notwendig. Dabei darf die Schraube nur so weit eingedreht werden, wie es zur Anzeige einer konstanten EMK bei 1200 MHz erforderlich ist. Überkoppeln führt zu Kippschwingungen der Regelung.

7.5 Auswechseln der übrigen Röhren im POLYSKOP

Alle Röhren im POLYSKOP können ohne Beeinträchtigung der Geräteeigenschaften gegen gleiche oder gleichwertige Ersatzröhren ausgetauscht werden.

7.6. Auswechseln der Transistoren

Der Leistungstransistor T3 befindet sich, auf einem Kühlblech montiert, auf dem Bodenblech hinter dem HF-Ausgang. Es ist darauf zu achten, daß das Kühlblech isoliert vom übrigen Gerätechassis montiert ist und etwa 12 V Gleichspannung gegen Masse führt. Durch Metallspäne oder Schrauben kann hier ein Kurzschluß verursacht werden, der unter Umständen zur Zerstörung des Niedervoltgleichrichters führt.

Die beiden Steuertransistoren T1 und T2 und die Zenerdiode G1 14 werden nach Abnehmen des Haltebügels für den Heizspannungsregler R258 unter dem Bildröhrenbock zugänglich. Entsprechende Typen müssen eingelötet werden. Nach dem Auswechseln der Transistoren oder der Zenerdiode ist eine Neueinstellung der stabilisierten Heizung erforderlich (siehe Absatz 8.02).

7.7. Auswechseln der Beleuchtungslämpchen

Während dieser Arbeit muß das Gerät ausgeschaltet sein. In der Oberseite des ausgebauten Gerätes nahe der Frontplatte den Lämpchenträger nach Lockern von zwei Schrauben zur Frontplatte schieben, Transparentscheibe nach oben herausziehen und Lämpchen auswechseln. Danach Scheibe wieder einstecken, Träger zurückschieben und festschrauben.

7.8. Auswechseln und Reinigen der Transparentscheibe

Die Transparentscheibe wird nach Herausziehen des Gerätes aus dem Stahlkasten nach oben aus dem Führungsschacht gezogen. Die Bildröhrenoberfläche darf nur mit einem weichen feuchten Lappen von anhaftendem Staub gereinigt werden. Das gleiche gilt auch für die Plexiglasscheibe, die gegen Verschrammen sehr empfindlich ist.

7.9. Hinweise für den Betrieb

7.91 Betrieb bei Netzunterspannung

Das Polyskop arbeitet bei Netzspannungen, die um -5 bis +10 % vom Nennwert (115, 125, 220, 235 V) abweichen, noch einwandfrei. Mit Rücksicht auf die Lebensdauer der Röhren sollte man aber besonders lang andauernde Unterspannungen vermeiden. Nötigenfalls stelle man den durchschnittlichen Betrag der Netzspannung fest und schalte einen entsprechend bemessenen Transformator vor.

7.92 Überlastung der Oszillatorröhre

Wird im ersten Bereich von 0,5...50 MHz bei zurückgedrehtem Hubregler der Mittelfrequenzregler ganz nach rechts gedreht, so entsteht eine Ausgangsfrequenz über 50 MHz, die oberhalb der Grenzfrequenz des eingebauten Breitbandverstärkers liegt und deshalb von diesem nicht mehr durchgelassen wird. Die eingebaute Regelschaltung versucht, die Ausgangsspannung konstant zu halten und speist hierzu die Oszillatorröhren dieses Bereiches mit maximaler Anodenspannung. Vor allem Röhre Rö7 wird hierbei überlastet und kann unter Umständen Schaden erleiden.

8 Reparatur des POLYSKOP

(hierzu Stromlauf und Schaltteilliste)

Bei allen Fehlern am POLYSKOP bitten wir Sie, sich an unsere nächste Vertretung zu wenden. Reparaturen sollten nur im Notfalle selbst durchgeführt werden. Die wichtigsten Vorschriften sind im folgenden zusammengestellt.

Die Lage der unter Umständen nachzustellenden Trimmstellen geht aus den Skizzen von Bild 23 hervor.

8.01 Einstellen der geregelten Anodenspannung

Die geregelte Anodenspannung wird mit R218 auf +250 V eingestellt. Gemessen wird mit einem Instrument an der Katode von Röhre Rö30 oder Rö31.

8.02 Einstellung der geregelten Heizspannung

Die geregelte Heizspannung soll 6,3 V betragen und ist mit dem Potentiometer R258 auf diesen Wert einzustellen. Gemessen wird mit einem Gleichspannungsmesser an einer der beiden Oszillatorröhren Rö6 oder Rö7 nach Öffnen des linken Seitenchassis.

8.03 Prüfung der Spannungswerte

Im Stromlauf des POLYSKOP sind an den wichtigsten Stellen die mit einem hochohmigen Meßinstrument gemessenen Normalspannungswerte eingetragen. Als Meßinstrument empfehlen wir das Digitalvoltmeter UGWD der Fa. ROHDE & SCHWARZ oder ein gleichwertiges Fabrikat.

0 x 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

8.04 HF-Generatoren

Die vier HF-Generatoren im linken Seitenchassis des POLYSKOP sind im Werk abgeglichen und sicher verlackt. Wir raten unbedingt davon ab, an den winzigen, auf Spezialferrite aufgewickelten Oszillatorspulen irgendwelche Veränderungen vorzunehmen. Bei Wechsel der Oszillatorröhren können Frequenzbereichverschiebungen **n i c h t** auftreten.

Bei nicht einwandfreiem Arbeiten des untersten Bereiches von 0,5...50 MHz kann die Frequenz des Festoszillators mit dem Kern von L1 nachgestellt werden. Sie soll bei etwa 220 MHz liegen. Die auf der Kreisspule dieses Oszillators (Rö1) aufgebrachte Auskoppelschleife wird bei einer notwendigen Korrektur nur so dicht an die Kreisspule herangeschoben, daß die EMK-Anzeige (hierbei Eichteiler auf -20 dB) bis über 50 MHz gerade verläuft. Außerdem ist eine Korrektur an dem Trimmer C6 möglich. Eine zu starke Auskopplung führt zu einem unzulässig hohen Klirrfaktor, verursacht durch Übersteuerung der Mischdiode Gl 2.

8.05 Einstellung der HF-Ausgangsspannung

Die HF-Ausgangsspannung des POLYSKOP wird im Werk mit dem Drehwiderstand R100 so eingestellt, daß sie bei Teilerstellung 0 dB bei der 50-Ω-Ausführung des Gerätes 0,4 V_{eff}, bei der 60-Ω-Ausführung 0,5 V_{eff} beträgt. Der Ausgang ist dabei mit dem entsprechenden Z-Wert abzuschließen. Die Einstellung wird mit einem Breitbandoszillografen bei geringem Frequenzhub im Bereich zwischen 1 und 3 MHz, den der Oszillograf noch ohne Abfall anzeigt, vorgenommen. Die angezeigte HF-Amplitude muß 1,1 V_{ss} oder 1,4 V_{ss} betragen. Wegen der Austastung der Oszillatoren ist diese Meßmethode zu bevorzugen.

8.06 Ersatz der Meßdioden

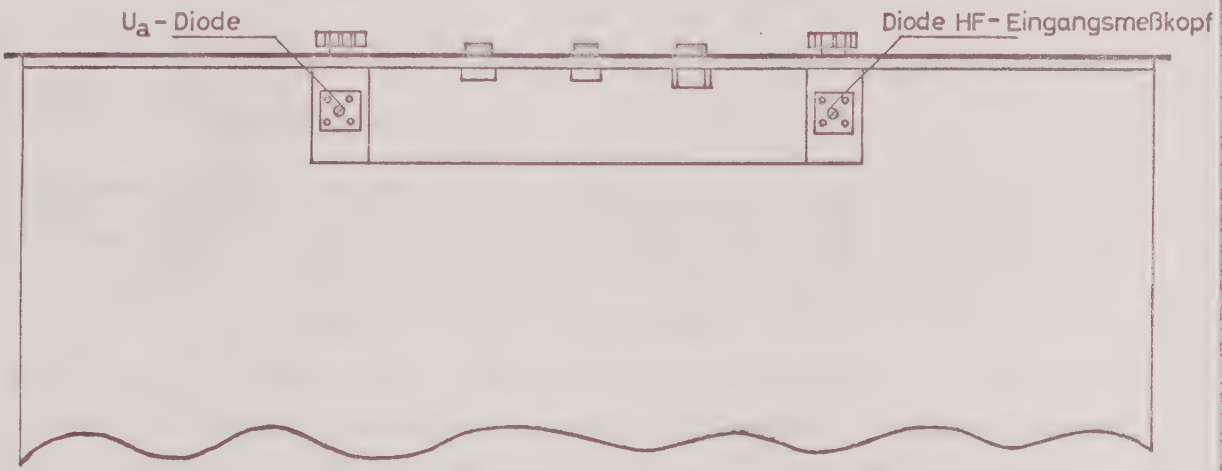
8.061 Regeldiode

Die Regeldiode Gl 401 ist im 0...60-dB-Teiler fest eingebaut und sollte nicht ausgewechselt werden. Im Notfall wenden Sie sich bitte an unsere nächste Vertretung.

8.062 U_a-Diode und HF-Eingangsmeßkopf

Die U_a-Diode befindet sich im vorderen Teil des Ausgangskopfes. Nach Ausbau des Gerätes aus dem Kasten sind der Ausgangs- und Eingangskopf durch eine Öffnung der Bodenplatte zugänglich. Mit einem Schraubenzieher können die näher bei der Frontplatte liegenden Kappen (Bild 22) abgeschraubt und die darin befindlichen Dioden gegen Ersatzdioden ausgetauscht werden. (Zu beziehen bei ROHDE & SCHWARZ.)

Bild 22



8.07 Nullinienkorrektur

Bei einer Schrägstellung der Nullinie muß die Stellung der Ablenkeinheit korrigiert werden (siehe Absatz 7.4). Wird die Nullinie doppelt geschrieben, so kann dieser Fehler an dem Potentiometer R168 (Bild 23) korrigiert werden. Der Abgleichvorgang ist folgender: Die Röhre Rö19 (EL 84) wird entfernt und mit Regler R164 die Nullinie bis etwas unter die untere Bildschirmkante geschoben. Nun wird die Röhre Rö19 wieder eingesetzt und mit den Reglern Nullinie (Frontplatte) und Regler R167 die Nullinie etwa in Bildmitte eingestellt. Mit R168 wird so eingeregelt, daß die Nullinie nicht gespalten erscheint (Anklammersymmetrie). Zum Abschluß wird an Potentiometer R167 der Regelbereich der Nullinienverschiebung so eingeschränkt, daß diese sich vom unteren Bildrand bis etwas über die Bildmitte verschieben läßt. Eine dauernde Einstellung der Nullinie auf den oberen Bildrand ist wegen der Überlastung der Röhre Rö19 **n i c h t zulässig.**

50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

8.08 Gleichheit der positiven und negativen Anzeige

R150 (für Y_2-Verstärker) und R152 (für Y_1-Verstärker) dienen zur Einstellung der Verstärkungsgleichheit bei negativer oder positiver Anzeige. Die beiden Regler sind erst nach Abnehmen der rechten Seitenchassisdeckplatte zugänglich. Bei Ungleichheiten der beiden Verstärkungen liegt jedoch im allgemeinen ein Röhrendefekt vor. (Rö15 bzw. Rö21 ersetzen.)

8.09 Markengenerator

Bei ungenügender Markenamplitude, vor allem in den oberen Frequenzbereichen, kann ein Auswechseln der Markenmischdiode Gl 12 erforderlich sein. Die Diode ist nach Entfernen der Deckplatte des rechten Seitenchassis nahe der Fassung von Rö20 zugänglich.

Bei Ausfall des 1-MHz- oder 10-MHz-Markenspektrums muß der entsprechende Steuerquarz überprüft und gegebenenfalls durch einen gleichwertigen Typ ersetzt werden. Die beiden Steuerquarze sind auf der Innenseite des Gerätes dicht unter der Röhre Rö26 in Steckfassungen eingesetzt.

Die 50-MHz-Marken werden durch den Schwingkreis L36 erzeugt. Bei Ersatz der Röhre Rö26 kann es möglich sein, daß die 50-MHz-Marke nicht genau mit der entsprechenden 10-MHz-Marke übereinstimmt.

Durch Drehen am Schraubkern der Spule L36 (nach Abnehmen der rechten Seitenchassisplatte) kann eine Übereinstimmung wieder hergestellt werden. Die Messung erfolgt am besten im oberen Frequenzbereich bei 700 MHz.

8.10 Einstellen der Bildbreite

Die Bildbreite kann mit dem Regler R68 eingestellt werden. Es ist zweckmäßig, diese Einstellung bei der vorgeschriebenen Netzspannung vorzunehmen. Hierbei soll die Bildbreite zu beiden Seiten mit den äußeren Rasterlinien abschneiden. Es ist dann gewährleistet, daß auch bei Unterspannung das Hauptraster voll ausgeschrieben wird.

8.11 Einstellung der Hublinearisierung

Zur Beobachtung der Linearität des Frequenzhubes blendet man zweckmäßigerweise das 10-MHz-Markenspektrum ein.

Falls sich einmal eine Nachstellung der Linearität als notwendig erweist, so kann sie mit den regelbaren Widerständen R87 und R88 durchgeführt werden. Man verändert hierzu die zwei genannten Widerstände so, daß die Abstände der Frequenzmarken möglichst gleich, keinesfalls aber mehr als 1 : 2 verschieden sind. Diese Einstellung soll in allen Frequenzbereichen kontrolliert und gegebenenfalls so korrigiert werden, daß die Linearität des Hubes in allen Frequenzbereichen möglichst gleich gut ist. Im Bereich 400...1200 MHz kann die Linearität nicht beeinflußt werden.

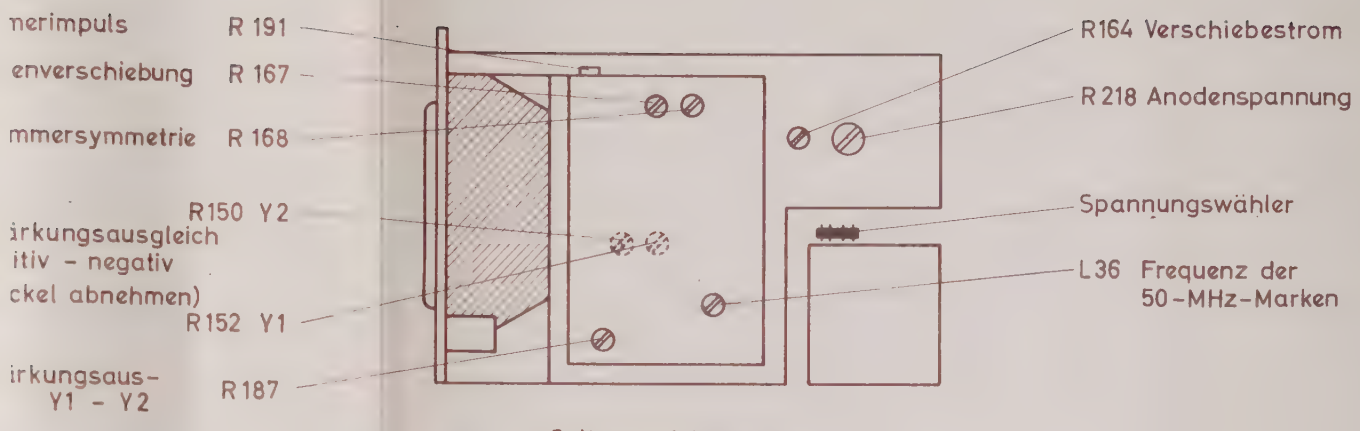
R87 beeinflußt den Markenabstand auf der linken Bildseite.

R88 beeinflußt den Markenabstand von der Mitte ab auf der rechten Seite.

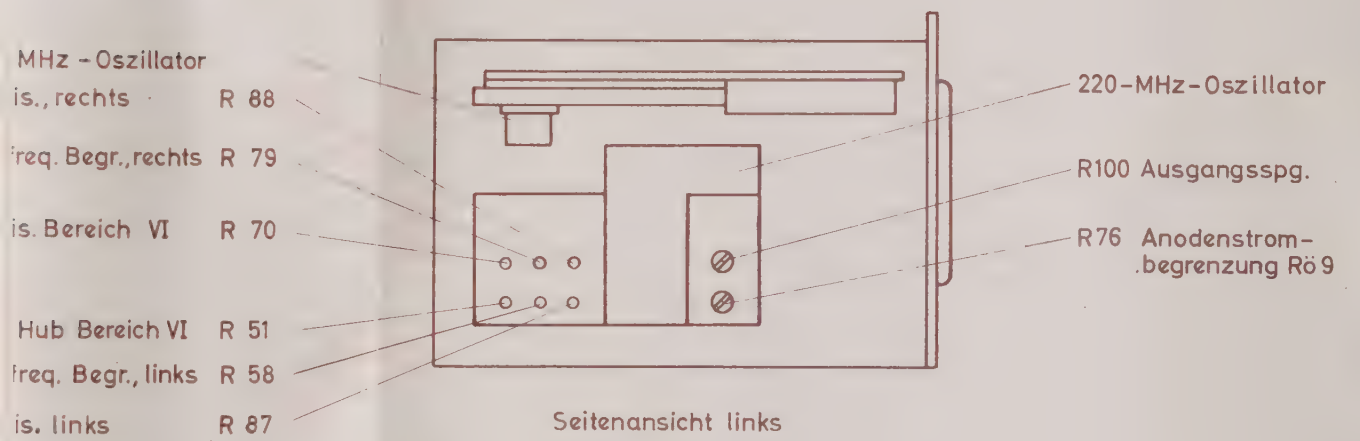
Durch die Einstellung der Hublinearität können sich die Regelbereiche der Mittelfrequenz und des Frequenzhubes verändern. Man sollte sie deshalb im Anschluß an die Hublinearisierung kontrollieren und gegebenenfalls nachstellen. R69 ist dabei für den maximalen Frequenzhub maßgebend. Da jedoch der Bildbreitenregler R68 ebenfalls den Frequenzhub beeinflußt, ist dieser gegebenenfalls vorher einzustellen. Der Regelbereich der Mittelfrequenz wird mit R58 am unteren und R79 am oberen Ende nachgestellt.

Abschließend sollte noch die Anodenstrombegrenzung der Röhre Rö9 kontrolliert und, wenn erforderlich, nachgestellt werden. Dazu werden die beiden von außen bedienbaren Regler für Frequenzhub (grob und fein) an den linken und die Regler für die Mittelfrequenz (grob und fein) an den rechten Anschlag gestellt. Mit einem hochohmigen Spannungsmesser ($R_i \approx 10$ MΩ, z.B. UGWD) mißt man die Spannung am Steuergitter von Rö9 und am Schleifer von R76. An diesem soll die Spannung etwa 1,5 V höher sein als am Steuergitter. Bei abweichendem Spannungswert wird R76 nachgestellt.

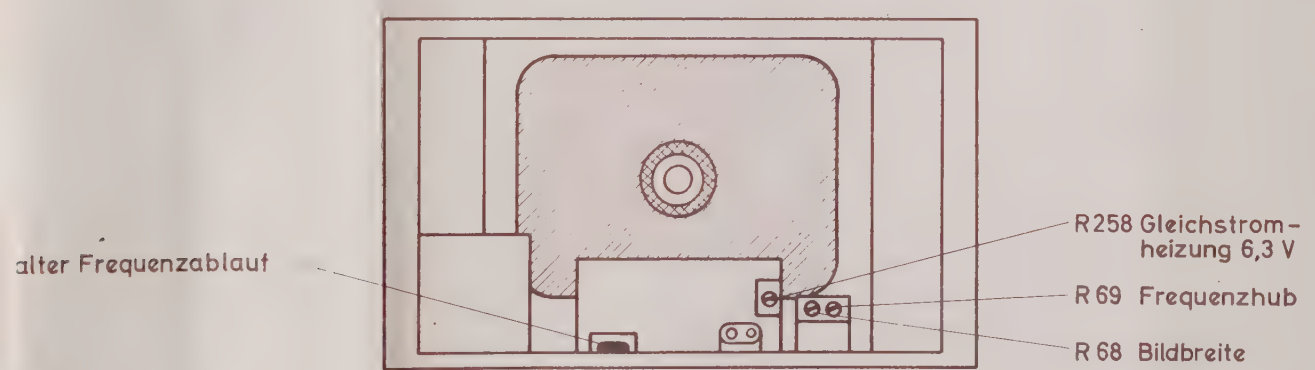
50 x 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN



Seitenansicht rechts



Seitenansicht links



Rückansicht

Bild 23 Abgleichpunkte

9 Grundlagen und Grenzen der Wobbel-Meßtechnik

9.1 Einleitung

Wird der Frequenzgang eines beliebigen Vierpols nicht mit stationären Schwingungen, sondern mit einer sich stetig ändernden Meßfrequenz aufgenommen, so müssen einige wichtige Gesichtspunkte beachtet werden, die durch das Einschwingverhalten des Vierpols gegeben sind.

Am einfachsten können die Verhältnisse an einem Resonanzkreis erklärt werden, der z.B. in der Anodenleitung einer Pentode liegt. Wird dieser Resonanzkreis auf seiner Resonanzfrequenz f_o erregt, so steigt die Spannung an ihm exponentiell an und erreicht in einer bestimmten Zeit nahezu den Endwert 1. Die Zeitspanne bis zum Erreichen des Endwertes 1 ist abhängig von der Güte des Schwingkreises, mithin von seiner Bandbreite. Je größer die Bandbreite, desto schneller vollzieht sich der Spannungsanstieg. Bild 24 zeigt schematisch den Verlauf der HF-Spannung an einem solchen Resonanzkreis.

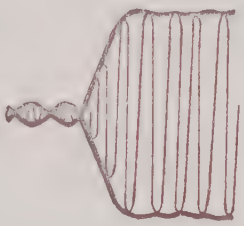


Bild 24

Die Einschwingdauer τ eines Schwingkreises errechnet sich als

$$\tau = \frac{1}{B} \quad \text{(sec)}, \qquad [1]$$

wobei B die 3-db-Bandbreite des Schwingkreises ist. In der Zeit τ ist die Amplitude am Schwingkreis auf über 95 % der Endamplitude eingeschwungen (Bild 25).

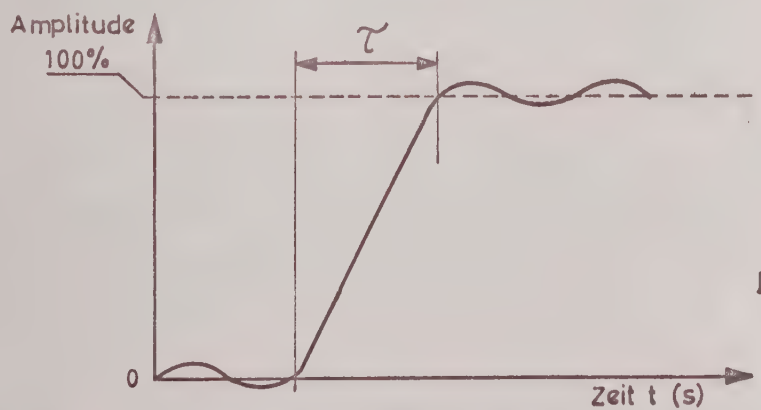


Bild 25

50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Wenn wir also ohne wesentliche Fehler die Amplitude am Schwingkreis messen sollen, müssen wir mindestens diese Zeitspanne τ vergehen lassen, damit der Kreis bis zur vollen Amplitude einschwingen kann.

Messen wir nun den gleichen Schwingkreis mit einer sich stetig ändernden Frequenz, so wird die Meßfrequenz je nach Frequenzablaufzeit und Frequenzhub nur eine kurze Zeitspanne im Bandbreitebereich des Schwingkreises verweilen. Diese V e r w e i l z e i t T_v muß logischerweise mindestens gleich der Zeitkonstante τ des Schwingkreises gewählt werden, damit dieser voll einschwingen kann.

$$T_v \geq \tau \text{ (sec)} \qquad [2]$$

Bei einem periodischen Frequenzablauf ist das Verhältnis zwischen Frequenzhub F und der Bandbreite des Meßobjektes B gleich dem Verhältnis von Frequenzablaufzeit T zur Verweilzeit T_v. Wir schreiben demnach

$$\frac{F}{B} = \frac{T}{T_v} \qquad [3]$$

Setzen wir für $T_v = \tau$ und für τ nach Formel [1] 1/B, so erhalten wir die wichtige Beziehung

$$B = \sqrt{\frac{F}{T}} \text{ (Hz)} \qquad [4]$$

B = 3-dB-Bandbreite des Schwingkreises
F = Frequenzhub
T = Frequenzablaufzeit

Halten wir uns an diese Beziehung, so ist der auftretende Meßfehler < 5 %, vorausgesetzt, daß unser Meßobjekt aus einem e i n f a c h e n Resonanzkreis besteht.

Ist unser Meßobjekt ein B a n d p a ß mit der Bandbreite B, so ist die Einschwingdauer τ ebenso wie die eines Einzelschwingkreises.

$$\tau = \frac{1}{B} \qquad ([1])$$

Wenn wir die gleiche Beziehung [4] bei der Messung zur Grunde legen, so wird zwar ein Einschwingen auf über 95 % gewährleistet, jedoch verläuft die Einhüllende des Schwingvorganges so, also ob wir etwa einen Einzelkreis gleicher Bandbreite messen würden (Bild 26).

; 0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Bild 26

Die steilen Flanken des Bandpasses werden nicht aufgelöst. Da wir jedoch die Durchlaßkurve eines Meßobjektes möglichst genau auflösen möchten, müssen wir die Verweilzeit T_v weit länger wählen. Diese Verweilzeit muß so bemessen sein, daß sie für die steilste Amplitudenänderung des Meßobjektes noch lange genug ist (Bild 27).

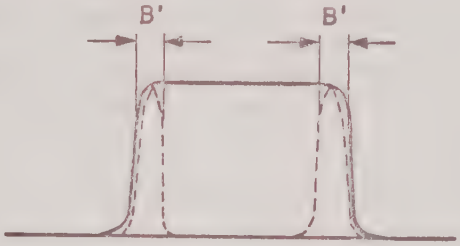


Bild 27

Denken wir uns die steilste Flanke des Bandpasses zu einer Resonanzkurve ergänzt, so muß die Frequenzablaufgeschwindigkeit F/T dieser Bandbreite B' angepaßt sein. Wir erhalten daher:

$$B' = \sqrt{\frac{F}{T}} \quad (Hz) \qquad [5]$$

9.2 Sinusförmiger Frequenzablauf

Die oben gemachten Angaben setzen voraus, daß der Frequenzablauf streng zeit-proportional ist. Bei vielen Wobbel-Meßgeräten wird jedoch der Frequenzablauf mit einer Sinusspannung, z.B. der Netzfrequenz, durchgeführt. Der Frequenzablauf vollzieht sich in diesem Falle mit unterschiedlicher Schnelligkeit (Bild 28).

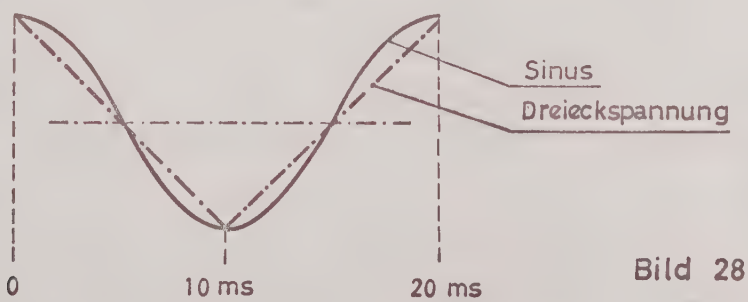


Bild 28

Uns interessiert die schnellste vorkommende Frequenzänderung bei Sinussteuerung. Die Steilheit einer sinusförmigen Halbwelle ist $\pi/2 = 1{,}57$ mal größer als diejenige einer linearen Funktion gleicher Zeitdauer. Für sinusförmigen Frequenzablauf ist an Stelle der Formel [4] demnach zu setzen:

$$B = \sqrt{\frac{1{,}57 \cdot F}{T}} \qquad [6]$$

Wir müssen uns jedoch immer vor Augen halten, daß bei einer Anzeige der Meßwerte auf dem Schirm einer Bildröhre die Auflösung nur in der Bildschirmmitte dieser Formel entspricht. Zu den Rändern des Bildschirmes hin ist sie höher, z.B. in den Punkten A und A_1 wäre sie genau so hoch wie bei einer linearen Frequenzänderung (Bild 29).

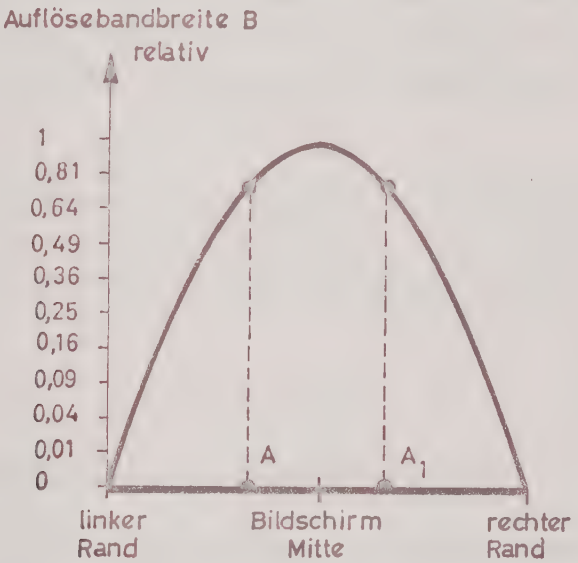


Bild 29

Abhängigkeit der Auflösebandbreite B von der Lage auf dem Bildschirm

Wenn wir also durch Änderung der Mittenfrequenz die angezeigte Kurve über dem Bildschirm von links nach rechts verschieben und dabei eine Änderung in der Auflösung beobachten, so können wir diese Erscheinung zur Prüfung auf Einhaltung der notwendigen Verweilzeit heranziehen.

An Hand der übersichtlichen Darstellung auf Bild 30 können wir für alle praktisch vorkommenden Frequenzhübe und Frequenzablaufzeiten die Auflösung nach Formel [4] direkt entnehmen. Wir sehen sofort, daß bei kleinen Frequenzhüben die Auflösung bei gleicher Frequenzablaufgeschwindigkeit

; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

immer schlechter wird. So können wir bei T = 10 ms und F = 100 MHz eine Resonanzkurve der Bandbreite B = 100 kHz, d.h. 0,1 % des Frequenzhubes, auflösen, jedoch bei F = 100 kHz nur eine Bandbreite von 3,16 kHz = 3 % des Frequenzhubes. Bei einem Frequenzhub von 1000 Hz beträgt die Auflösung nur 316 Hz, also etwa 1/3 des Frequenzhubes, so daß die Frequenzablaufzeit T von 10^{-2} sec auf 10 sec erhöht werden müßte, um eine Auflösung von 1 % des Frequenzhubes zu erhalten.

Wir stellen somit fest:

> W o b b e l m e ß g e r ä t e sind in besonderem Maße für die B r e i t b a n d m e ß t e c h n i k vorteilhaft einzusetzen. Durch hohe Frequenzablaufgeschwindigkeiten (etwa 10^{-2} sec) wird die flackerfreie Darstellung auf dem Schirm einer Oszillografenröhre möglich, bei Frequenzhüben über 300 kHz erhalten wir in allen Fällen eine Auflösung, die besser als 1 % des Gesamthubes ist.

Da die optische Auswertbarkeit einer auf dem Schirm einer Bildröhre angezeigten Kurve beschränkt ist, dürfte eine Auflösung von 1 % bereits an der oberen Grenze des Sinnvollen liegen.

9.3 Gleichrichtung und Anzeige der Meßwerte

achdem wir bisher nur die Vorgänge beobachtet haben, welche durch den automatischen Frequenzablauf im Meßobjekt selbst ausgelöst werden, müssen wir uns den Anordnungen zuwenden, die zur Auswertung der Meßwerte auf dem Schirm einer Bildröhre gehören. Dies sind der Gleichrichter für die am Meßobjekt auftretende HF-Spannung und der Videoverstärker mit Bildröhre. Beide zusammen müssen in der Lage sein, auch die schnellsten Amplitudenänderungen am Meßobjekt unverzerrt verarbeiten zu können. Welche obere Grenzfrequenz f_g für die Bemessung der Gleichrichterzeitkonstante und des gesamten Anzeigeverstärkers angesetzt werden muß, läßt sich für den Grenzfall des größten vorkommenden Frequenzhubes aus der gleichen Formel [4] ermitteln:

$$f_g \approx \sqrt{\frac{F}{T}} \qquad [7]$$

ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Wir halten fest:

Die Zeitkonstante des Gleichrichters und die Bandbreite des Anzeigeverstärkers müssen einer Grenzfrequenz angepaßt sein, die gleich ist der bei größtem Frequenzhub gegebenen Auflösebandbreite.

Beispiel:

Der Frequenzhub F sei 10 MHz, die Frequenzablaufzeit 10 ms. Wir arbeiten mit einer linearen (Sägezahn) Zeitablenkung. Die Auflösebandbreite ermitteln wir aus der Formel [4]

$$B = \sqrt{\frac{10^7}{10^{-2}}} = 3{,}16 \cdot 10^4 = 31{,}6 \quad (\text{kHz})$$

Ein Schwingkreis mit der Bandbreite B = 31,6 kHz schwingt zu voller Amplitude ein. Um die an ihm gemessene Spannung unverzerrt auf einer Bildröhre anzeigen zu können, muß die Gleichrichterzeitkonstante und der Anzeigeverstärker eine obere Grenzfrequenz von ebenfalls 31,6 kHz ohne Abfall verarbeiten können.

9.4 Gleichrichter und Anzeigeverstärker mit zu geringer Bandbreite

Aus dem obigen Beispiel ist zu entnehmen, daß bei großen Frequenzhüben die Auflösung bei richtiger Dimensionierung des Meßplatzes so hoch ist, daß sie auf dem Bildschirm optisch kaum mehr genau ausgewertet werden kann. (Die Auflösung ist im angeführten Beispiel 0,316 %.) Es genügt daher also, die Bandbreite des Anzeigeteiles so zu dimensionieren, daß z.B. wie beim POLYSKOP eine Auflösung von 1 % des Gesamthubes gegeben ist. Bei einer Einschränkung der videofrequenten Anzeigebandbreite erhalten wir für große Frequenzhübe eine Auflösung, die sich direkt in Prozent des Hubes ausdrücken läßt, bei kleinen Hüben geht sie über in die Beziehung

$$B = \sqrt{\frac{F}{T}}$$

Bild 31 zeigt die Auflösung in Abhängigkeit vom Frequenzhub für einen sinusförmigen Frequenzablauf bei einer durch die obere Grenzfrequenz

ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

R 10982
Bl. 88

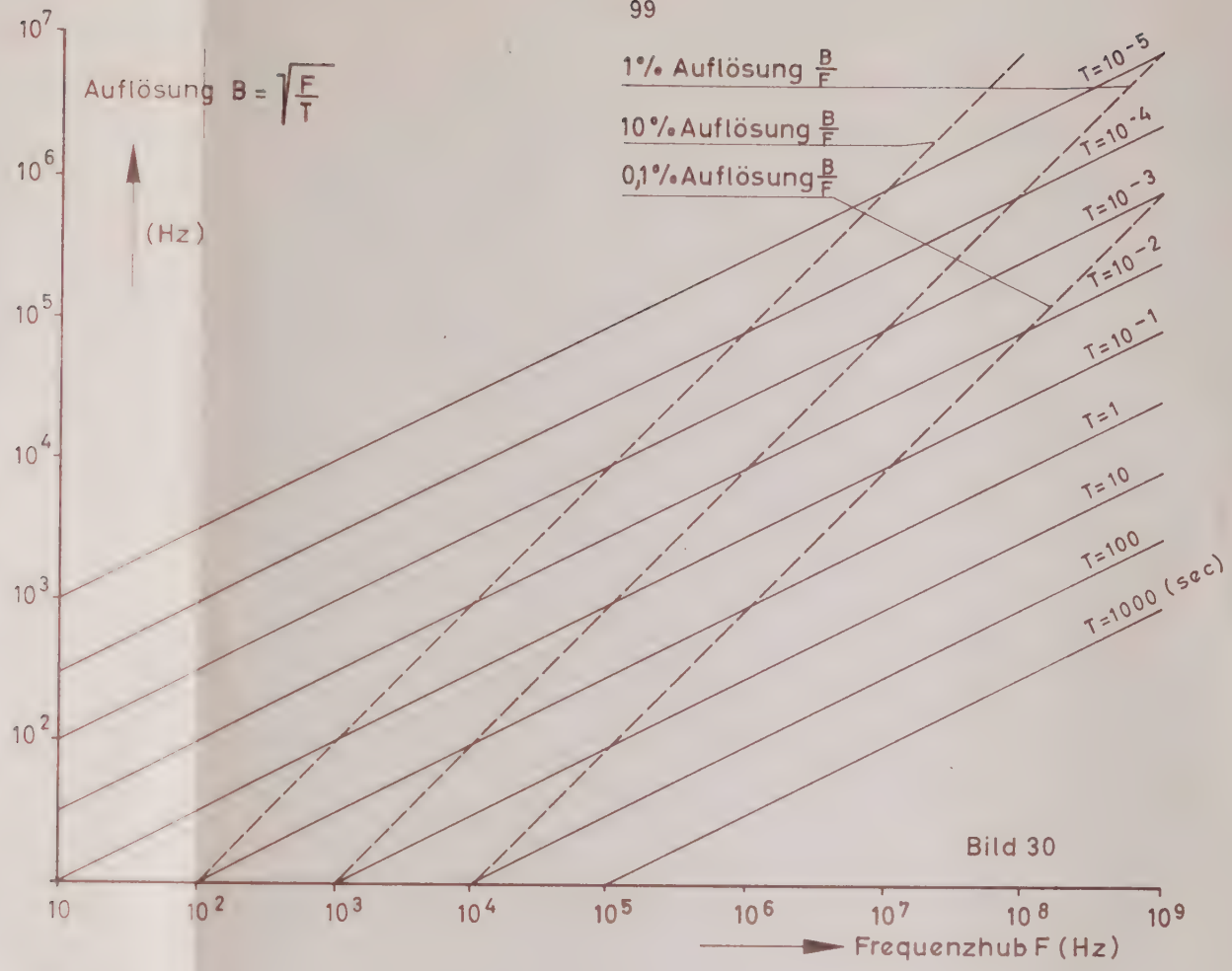


Bild 30

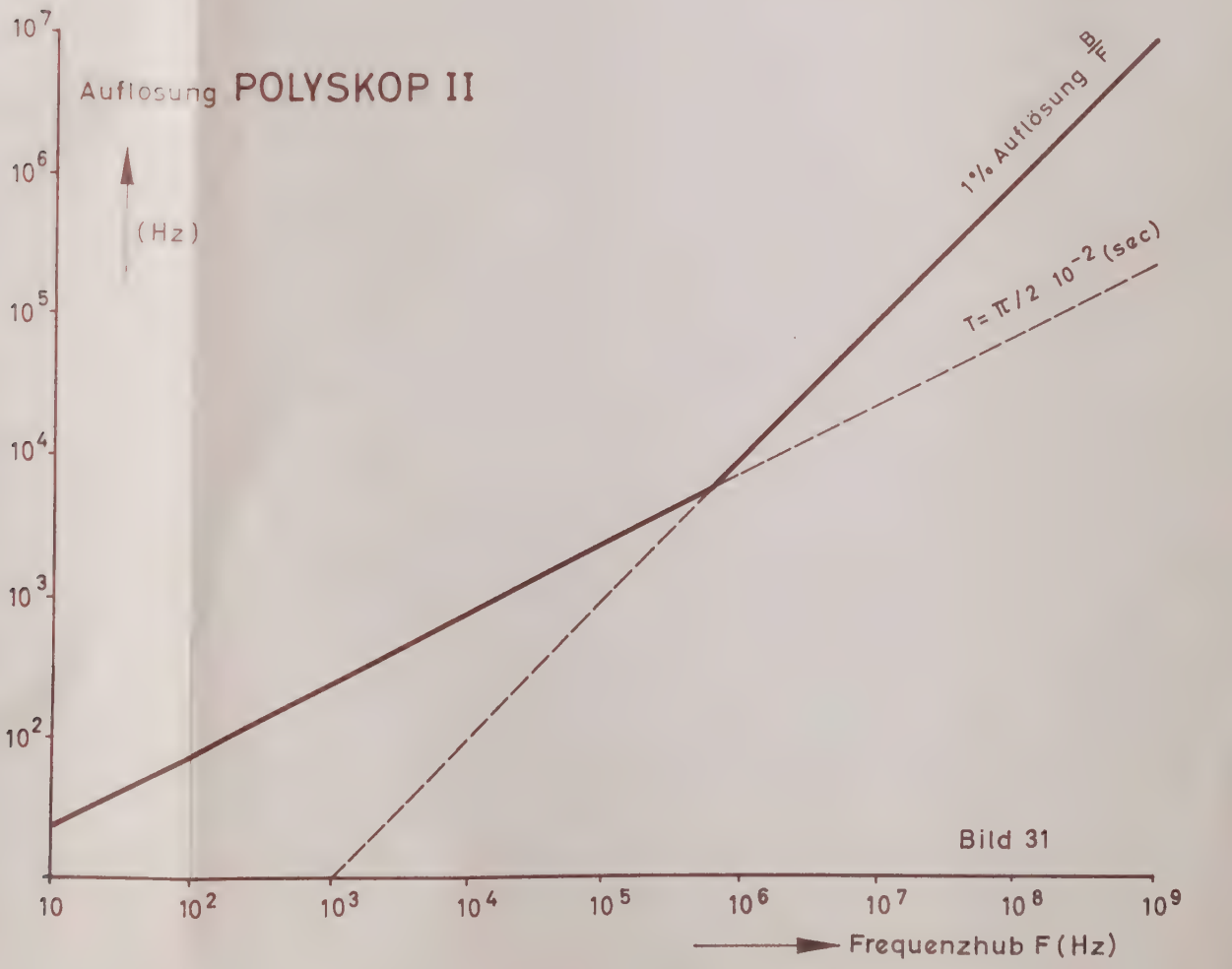


Bild 31

des Anzeigeverstärkers bedingten optimalen Auflösung von 1 % des Gesamthubes. Bei Frequenzhüben von > 300 kHz ist die Auflösung auf Grund der geringen Anzeigebandbreite unabhängig vom Frequenzhub stets 1 % der Bildbreite, bei Hüben < 300 kHz (ein solcher Hub ist mit dem POLYSKOP jedoch n i c h t einstellbar) würde sie gleich dem errechneten Auflösevermögen sein.

9.5 Auswirkung eines zu schnellen Frequenzablaufes auf die Messung

Haben wir uns bisher Klarheit über die Möglichkeit und die zu erfüllenden Bedingungen einer Messung mit automatischem Frequenzablauf verschafft, so wollen wir noch betrachten, welche Fehler bei Nichteinhalten dieser Bedingungen auftreten können.

Wird ein Resonanzkreis mit der Bandbreite B so schnell von der Meßfrequenz durchlaufen, daß die Verweilzeit kürzer als die Zeitkonstante ist, so läßt sich errechnen (Literaturstelle [1]), daß außer einer zu geringen Amplitude zwei weitere schwerwiegende Effekte auftreten.

1) Das Maximum der Amplitude wird bei einer anderen Frequenz als bei einer Messung Punkt für Punkt ermittelt. Diese Frequenz liegt höher, wenn der Frequenzablauf nach höheren Frequenzen zu, oder tiefer, wenn dieser in umgekehrter Richtung verläuft. Bei gleichzeitiger Anzeige des Frequenzvor- und rücklaufes erscheinen z w e i Resonanzkurven nebeneinander (Bild 32).

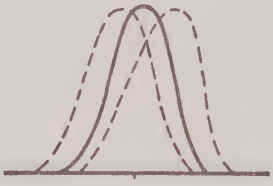


Bild 32

2) Die ermittelte Bandbreite B ist größer als die tatsächliche. Diese beiden Effekte ergeben sich auch, wenn zwar das Meßobjekt entsprechend seiner Zeitkonstante genügend langsam abgetastet wird, jedoch die obere Grenzfrequenz des Anzeigeverstärkers oder die Zeitkonstante der Gleichrichteranordnung nicht ausreichen, um die Kurve verzerrungsfrei anzuzeigen.

0 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Bei der Messung s t e i l e r Bandpässe erscheinen Anstieg und Abfall der Frequenz verschoben und flacher als sie tatsächlich sind (Bild 33).

Bild 33

9.6 Auswirkung eines Klirrfaktors der Meßfrequenz auf die Messung

Die für die Messung mit automatischem Frequenzablauf verwendeten Meßsender haben, ebenso wie gute Meßsender üblicher Bauart, Eigenklirrfaktoren, die in der Größenordnung von einigen Prozent liegen. Wir wollen betrachten, wie sich ein vorhandener Klirrfaktor auf die Meßgenauigkeit auswirkt.

Die Konstanthaltung der EMK des Meßsenders von Hand oder bei automatischem Frequenzablauf durch eine Regelschaltung richtet sich im allgemeinen nach dem Spitzenwert der HF-Spannung. Ist die HF-Spannung klirrfaktorbehaftet, so weicht dieser Wert von dem tatsächlichen Wert der Grundwellenspannung ab. Man kann meist voraussetzen, daß der Anteil an Oberwellen im Durchstimmbereich des Senders nicht sprunghaften Änderungen unterliegt, sondern weitgehend konstant bleibt bzw. sich nur langsam ändert. Solange die Bandbreite des Meßobjektes relativ schmal ist, wird durch einen Klirrfaktor der Meßspannung kaum ein nennenswerter Fehler in der Messung verursacht.

Anders liegen die Verhältnisse bei einer Messung über sehr breite Bänder, in besonderem Maße bei Messungen im Videofrequenzgebiet. Hier kann durch den Klirrfaktor der Meßspannung ein Anzeigefehler entstehen, der im Grenzfalle den doppelten Wert des Klirrfaktors annimmt.

Am einfachsten können die Verhältnisse bei der Messung eines Tiefpasses erklärt werden. Der Tiefpaß habe eine obere Grenzfrequenz von 10 MHz. Am Ausgang des Tiefpasses können demnach über 5 MHz keine Oberwellen der

360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Meßspannung mehr auftreten. Durch das Verschwinden der Oberwelle bei der halben Grenzfrequenz k_2 macht sich in der Anzeige eine Treppe bemerkbar, die im tatsächlichen Frequenzgang des Meßobjektes nicht vorhanden ist. Das gleiche geschieht mit k_3, wodurch bei 3,3 MHz eine weitere Treppe auftreten kann (Bild 34).

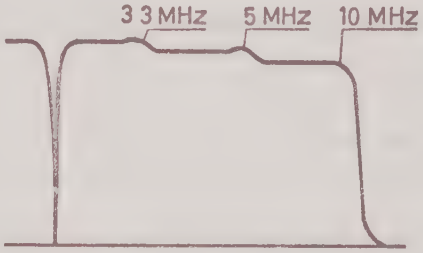


Bild 34

Der Klirrfaktor, welcher durch das Meßobjekt selbst verursacht wird (durch Übersteuerung oder nichtlineare Kennlinien), wirkt sich in gleicher Weise aus.

Wir halten fest:

> Der Klirrfaktor, in der Meßspannung enthalten oder durch das Meßobjekt verursacht, wirkt sich vor allem bei B r e i t b a n d m e s s u n g e n als Fehler aus.

Eine weitere Auswirkung des Klirrfaktors der Meßspannung muß erwähnt werden, weil sie zu erheblichen Meßfehlern in der Anzeige führen kann.

Bei der Messung eines Saugkreises wird wohl die Grundwelle der Meßfrequenz unterdrückt, jedoch n i c h t deren Oberwellen. Bei der Beurteilung der Saugwirkung von Sperrkreisen muß immer bedacht werden, daß der Klirrfaktor der Meßspannung eine bestimmte Mindestanzeige verursacht, obwohl die tatsächliche Saugwirkung wesentlich höher liegen kann (Bild 35).

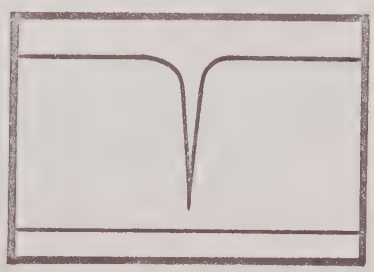


Bild 35

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Ein solcher Meßfehler kann nur vermieden werden, wenn die Anzeige der Spannung nach dem Meßobjekt selektiv ist und daher die Amplitude der Oberwellen nicht mitgemessen wird.

9.7 Verhalten von Dioden bei klirrfaktorbehafteter Meßspannung

Wird eine Diodengleichrichteranordnung mit einer HF-Spannung von einigen Volt beaufschlagt, so erfolgt die Gleichrichtung nahezu als Spitzenwertanzeige. Bei sehr kleinen HF-Spannungen (einige Millivolt) ist dies jedoch keineswegs mehr der Fall. Die Diode wird auf dem gekrümmten Teil ihrer Kennlinie ausgesteuert und ihre Ausgangsspannung entspricht mehr dem Effektivwert der HF-Spannung als dem Spitzenwert. Effektivwert- und Spitzenwertanzeige einer HF-Spannung weichen jedoch bei klirrfaktorbehafteter Meßspannung und Messung eines Tiefpasses voneinander ab.

Bei Messung eines T i e f p a s s e s mit k l i r r f a k t o r b e h a f t e t e r Meßspannung liefern Gleichrichteranordnungen v e r s c h i e d e n e Meßergebnisse, wenn sie mit u n t e r s c h i e d l i c h e n Pegeln betrieben werden.

10 Schirmbildaufnahmen mit dem POLYSKOP

Sollen die auf dem Bildschirm des POLYSKOP angezeigten Meßwerte fotografisch festgehalten werden, so eignet sich hierfür jede gute Kamera. Bei einer Filmempfindlichkeit von 23° DIN, einer Blendeneinstellung von 3,5 und einer Belichtungszeit von 1/25 sec können Aufnahmen ohne Verwendung eines Stativs durchgeführt werden. Besonders gut für diesen Zweck sind Spiegelreflexkameras geeignet, weil bei ihnen keine Fehlaufnahmen durch Parallaxenfehler zu befürchten sind.

Bei der Aufstellung des POLYSKOP ist darauf zu achten, daß auf dem Bildschirm keine direkten Spiegelungen von im Raum befindlichen Beleuchtungskörpern, Gegenständen oder Personen zu sehen sind. Eine Verdunkelung des Raumes während der Aufnahme ist zu empfehlen, jedoch nicht unbedingt notwendig.

R 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Die Helligkeit am POLYSKOP ist nur so weit aufzudrehen, daß noch eine scharfe Abbildung gewährleistet ist. Bei voller Bildhelligkeit, unter Einbuße an Bildschärfe, kann die Belichtungszeit auf 1/50 sec herabgesetzt werden.

Wenn häufig Schirmbildaufnahmen angefertigt werden sollen, so empfehlen wir die Beschaffung einer Vorsatzlinse, um in etwa 60 cm Entfernung das Schirmbild in voller Größe erfassen zu können.

Fotovorsatz

Zur Erleichterung von fotografischen Aufnahmen von Schirmbildern ist zum POLYSKOP II der FOTOVORSATZ BN 42442/2 lieferbar. Er eignet sich in Verbindung mit einer POLAROID-LAND-Kamera Modell 110 A mit Vorsatzlinse Nr. 2 oder einer Kleinbildkamera mit Zwischenringen zur Aufnahme von Schirmbildern.

Der Fotovorsatz kann an zwei am POLYSKOP anzubringenden Haltevorrichtungen eingehängt werden. Damit ist eine schnelle Montage und Demontage gewährleistet (siehe Seite 106).

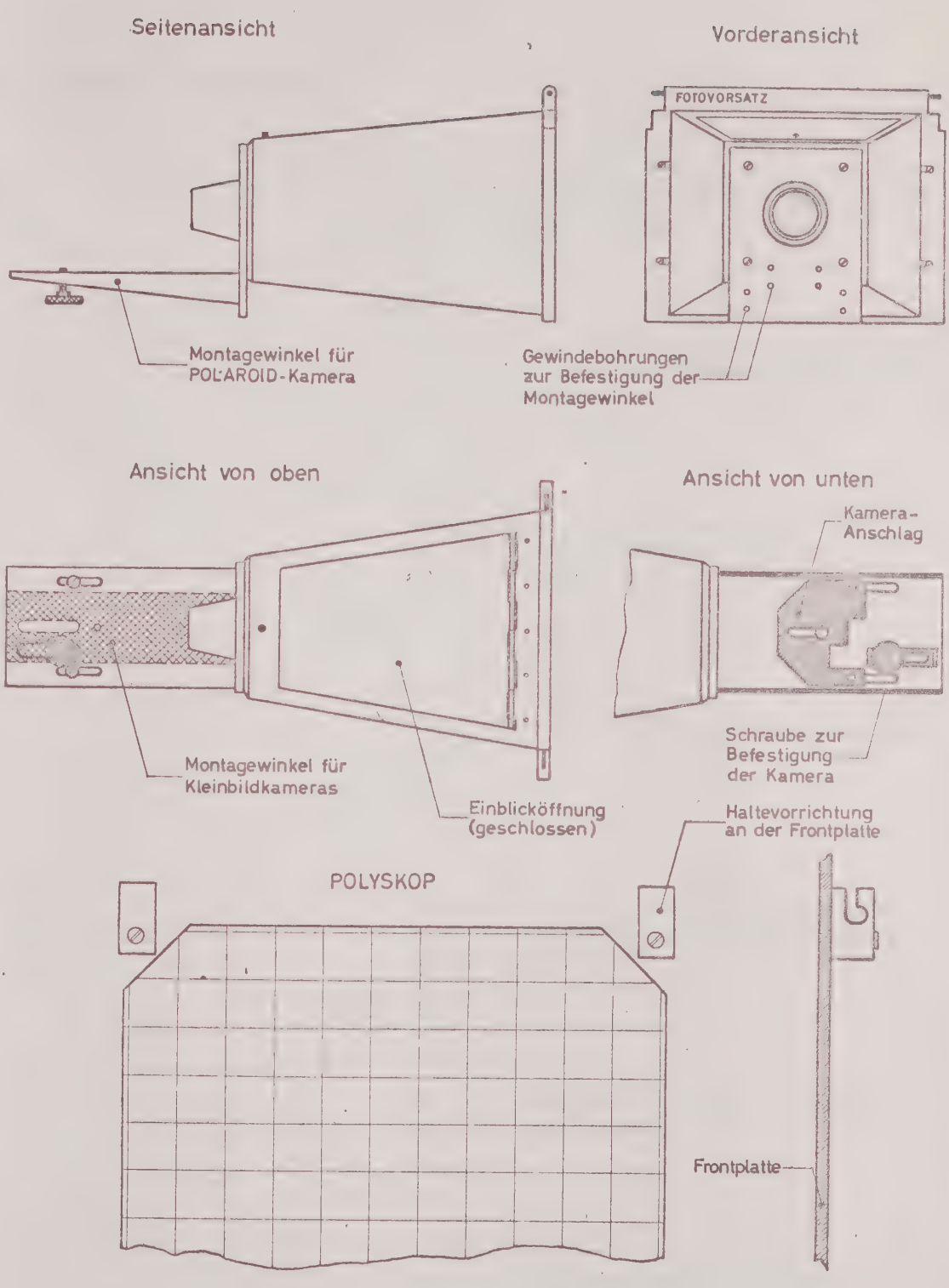
Zur Beobachtung des Schirmbildes vor dem Fotografieren ist am Fotovorsatz eine Einblicköffnung vorgesehen, die während der Aufnahme zu schließen ist. Für eine Schirmbildaufnahme mit der POLAROID-Kamera 110 A sind folgende Einstellungen an der Kamera und am POLYSKOP vorzunehmen:

Film: Polophan Typ 47 3000 ASA
Blende 16
Belichtung 1/15 sec
Entfernung 4,5 feet mit Vorsatzlinse Nr.2

Strahlhelligkeit und Rasterbeleuchtung am POLYSKOP sind normal einzustellen.

Bei der Einstellung liegt das Objektiv mit der Vorsatzlinse am Fotovorsatz an.

Durch Auswechseln des Montagewinkels für die POLAROID-LAND-Kamera gegen den mitgelieferten Montagewinkel für Kleinbildkameras (Exakta-Varex usw.) sind Schirmbildaufnahmen im normalen Verfahren möglich. Beim Festschrauben der Montagewinkel (siehe Seite 106) ist darauf zu achten, daß die Bildkante parallel zum Raster der POLYSKOP-Scheibe verläuft.



Montage des Fotovorsatzes BN 42442/2

11 Literaturverzeichnis

1 . . . . . R. Feldtkeller und H. Wilde,
„Gleitfrequenzen in Schwingungskreisen"
TFT Band 30, Heft 12, 1941
Seite 347-352

2 . . . . . J. Marique,
"The Response of RLC Resonant Circuits to EMF of Sawtooth Varying Frequency",
Proc. I.R.E.
August 1952, Seite 945-950

3 . . . . . A.G. Clavier,
"Fundamental principles of Fourier transforms to variable frequency circuit analysis",
Proc. I.R.E.
November 1949, Seite 1287-1290

4 . . . . . H. Salinger,
„Zur Theorie der Frequenzanalyse mittels Suchtons",
Elek. Nach. Tech.,
August 1929, Seite 293-302

5 . . . . . G. Hok,
"Response of linear resonant systems to excitation of a frequency varying linearly with time",
Jour. Appl. Phys.,
März 1948, Seite 240-250

6 . . . . . N.F. Barber and F. Ursell,
"The response of a resonant system to a gliding tone",
Phil. Mag.,
Mai 1948

7 . . . . . J. Marique,
"Note sur la reponse d'un circuit soumis à un balayage linéare de fréquence"
L'onde Elect.,
Juli 1951, Seite 313-315

8 . . . . . N.F. Barber,
"The optimum performance of a wave analyzer",
Elec. Eng.,
Mai 1949, Seite 175-179

50; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Instruction Book

POLYSKOP II

Type SWOB

BN 4245/50

BN 4245/60

Zusammengestellt
nach R 21790

Printed in West Germany

R 21789 B1. 7

1.

Before using your new Rohde & Schwarz equipment, please read the following important part of this instruction book: Instructions for Operation.

By checking the compilation record (ZV) – the list at the end of this book – you can see whether the instruction book is complete and whether all necessary amendments have been included (ÄZ).

All enquiries, complaints etc. should be accompanied by the R number and Pos. (item) number given in the bottom righthand corner of the compilation record (see address-side of the postcard).

2.

We should like to include you in our **list of customers** so that we can inform you in future of all our new developments. We are also interested in learning how you came to buy a Rohde & Schwarz instrument.

Please fill out the postcard below and return it to us.

Thank you for your cooperation and happy hours with your Rohde & Schwarz equipment.

3.

If you require **spare parts** apply to your nearest R&S representative or to Rohde & Schwarz, D 8000 München 80, Postfach 80 14 69; tel. (0811) 41 29-465, telex 523703, telegrams: rohdeschwarz muenchen.

When ordering a spare part please state:

- Designation and R&S stock no. of the faulty part (as given in parts lists)
- Type and order designations together with the serial number (F No.) of the instrument (as given on the front panel)
- Correct address for delivery

R 14500

Reply Card
Werbeantwort

ROHDE & SCHWARZ

Abteilung 5 ZI

D 8000 München 80

Postfach 80 14 69

WEST GERMANY

Sender:

The instruction book for the instrument mentioned overleaf is incomplete. Please send me the information for Pos. No.:

ZV and R numbers:

I have purchased the following R&S equipment

of the type ..... and order/identification no. .

I learnt of this instrument through*: News from Rohde & Schwarz, advertisements, catalogues, data sheets, application notes, advertising letter, visit from representative, recommendation, exhibition, demonstration van, tender, other:

I purchased the equipment because of*: Technical superiority, long life, ease of operation, price, design permitting easy servicing, R&S service, experience with other R&S equipment, other:

* Please underline as appropriate

R 14500

Table of Contents

1. Characteristics 115

1.1 Short General Description 115

1.2 Technical Data of the POLYSKOP II 116

2. Operating Instructions for the POLYSKOP II 121

2.1 Preparation for Use 121

2.2 Functional Check, Short-circuit Measurement 121

2.2.1 Checking the EMF 121

2.2.2 Measurement of the Output Voltage (E_{out}) 122

2.2.3 Measurement of the Short-circuit Frequency Response . . . 123

2.2.4 Display of Two Voltage Variables 123

2.3 Adjustment of Sweep Width 124

2.4 Applying an Exteranal Marker 124

2.5 Measuring with the RF Diode Probe 125

2.6 Investigations on Test Items with Built-in Rectifiers . . 125

2.7 Response Amplitude Measurements 126

3. Examples of Application 129

3.1 Measurement of a Single Tuned Circuit 129

3.1.1 Connecting the Signal Generator of the POLYSKOP to the Test Item 129

3.1.2 Measuring the Resonance Frequency 129

3.1.3 Measuring the Q of a Tuned Circuit 130

3.1.4 Possibility of Measuring Errors 130

3.2 Measurements on Bandpass Filters 133

3.2.1 Test Setup 133

3.2.2 Measuring the Bandwidth 133

3.2.3 Adjusting the Coefficient of Coupling of a Bandpass Filter 133

3.2.4 Possibility of Measuring Errors 133

3.2.5 Measuring and Aligning Multistage IF Amplifiers 134

3.3 Limiters and Discriminators 134

3.3.1 Limiters 134

3.3.2 Discriminators 134

3.3.3 Possibility of Measuring Errors 137

3.4 Filter Alignment 138
3.4.1 Connecting the Test Item 138
3.4.2 Measurements 139
3.4.3 Interpretation of the Measured Results 139
3.4.4 Filter Adjustment Aginst a Standard 139
3.4.5 Possibility of Measuring Errors 139
3.5 Measuring the Gain of an Amplifier Stage 140
3.6 Video and Distributed Amplifiers 140
3.6.1 Possibility of Measuring Errors 141
3.7 Determining the Frequency of a Signal Source 141
3.7.1 Method of Measurement 141
3.7.2 Test Setup 141
3.8 Checking the Frequency Calibration on Receivers 142
3.9 Alignment of Television Receiver Components 143
3.10 Measurements on Multicouplers 143
3.11 Locating Bad Earthing Conditions 143
3.11.1 Test Setup 143
3.11.2 Possibility of Measuring Errors 144
3.12 Measurements on Cables, Cable Connectors and Termination Impedances 144
3.12.1 Measuring Technique and Test Setup 146
3.12.2 Determination of the Characteristic Impedance Z_o 146
3.12.3 Determining the Dielectric Constant 147
3.12.4 Determining Cable Attenuation 147
3.12.5 Determining the Homogeneity 148
3.12.6 Measuring with a Mismatched Cable 148
3.12.7 Determining the Phase Angle of the Reflection Coefficient 152
3.12.8 Possibilities of Measuring Errors 153

4. How to Avoid Measuring Errors 155

4.1 Measuring Errors Caused by Using an Excessive Sweep Width 155
4.2 Overdriving the Test Item 155
4.3 Measuring Errors Caused by Distortion 155
4.4 Hum and RF Pickup 156
4.5 Measuring Errors Caused by Overdriving the Vertical Deflection Amplifier 156
4.6 Measuring Errors Caused by Oscillator Pickup 157
4.7 The POLYSKOP is not Suitable for the Following Measurements 157

Index to the Circuit Description of the POLYSKOP 158

5. Circuit Description 160

5.1 Signal Generator Section 160
5.2 Display Section 168
5.3 The Marker Generator 173
5.4 Power Supply 173

6. Specifications 180

6.1 Sweep Signal Generator 180
6.2 Display Section 181
6.3 Picture Tube Assembly 182
6.4 Common Data 183
6.5 Accessories 184
6.6 Recommended Accessories 184
6.7 Order Numbers 184

7. Maintenance of the POLYSKOP II 185

7.1 Picture Tube 185
7.2 Replacing the Picture Tube 185
7.3 Adjusting the Display Position 186
7.4 Replacing the Oscillator Valve Rö201 186
7.5 Replacing the Valves in the POLYSKOP 186
7.6 Replacing the Transistors 186
7.7 Replacing the Graticule Illumination Lamps 189
7.8 Replacing and Cleaning the Graticule 189
7.9 Hints for Proper Operation 189
7.9.1 Operation from Low AC Supply Voltage 189
7.9.2 Overloading the Oscillator Valve 190

8. Repairing the POLYSKOP II 190

8.1 Adjusting the Regulated Anode Supply Voltage 190
8.2 Adjusting the Regulated Heater Voltage 190
8.3 Testing the Voltage Values 190
8.4 RF Oscillators 191
8.5 Setting the RF Output Voltage 191

8.6 Replacing the Measuring Diodes 191
8.6.1 Control Diode 191
8.6.2 Diodes Located in the RF Output and RF Input Measuring Heads 191
8.7 O-reference Line Adjustment 192
8.8 Equal Display Amplitude for Positive or Negative Signals . . 193
8.9 Marker Generator 193
8.10 Adjusting the Display Width 193
8.11 Adjustment of the Sweep-width Linearity 193

9. The Fundamentals of the Sweep Frequency Method with its Limitations 197

9.1 Introduction 197
9.2 Sine-wave Frequency Sweep 199
9.3 Detection and Indication of the Measured Values 202
9.4 Diode Detectors and Vertical-deflection Amplifiers with Inadequate Bandwidths 205
9.5 Effect of an Excessive Sweep Rate upon the Measurements . . 205
9.6 Effect of Distortion in the Measuring Signal upon the Measurements 206
9.7 Behavior of Diodes Measuring Signals Containing Distortion . 208

10. Photographing the Display on the POLYSKOP II 209

11. References 212

Table of Replaceable Parts 213
Circuit Diagram
Circuit Diagram and Table of Replaceable Parts of RF Diode Probe BN 42443
Circuit Diagram and Table of Replaceable Parts of RF Diode Probe BN 42444
Table of Replaceable Parts of Sweep Section 4245-9
Circuit Diagram of Sweep Section 4245-9
Table of Replaceable Parts for Attenuator 0-10 dB (S1)
Circuit Diagram of Attenuator 0-10 dB (S1)
Table of Replaceable Parts for Attenuator 0-60 dB (S2)
Circuit Diagram of Attenuator 0-60 dB (S2)

1. Characteristics

1.1 Short General Description (see Fig. 1)

The POLYSKOP is a practical test set which combines in a single instrument the individual pieces of test equipment needed for exact voltage frequency measurements. The frequency range covers 500 kc to 1200 Mc.

The pictorial diagram of Fig. 1 shows a measurement being made with and without the POLYSKOP. From this diagram you can readily see the conveniences that the POLYSKOP will offer you. The POLYSKOP combines the following pieces of equipment:

A S i g n a l G e n e r a t o r with the frequency range extending from 500 kc to 1200 Mc, whose EMF must be held constant throughout the entire frequency range . . .

the signal generator incorporated in the POLYSKOP offers the great advantage that the tedious work required to keep the EMF at a constant value is done by an automatic control circuit.

A C a l i b r a t e d A t t e n u a t o r , with the help of which you can set the desired signal-generator output voltage . . . . . .

this attenuator of the POLYSKOP permits the voltage to be varied in 1-dB and 10-dB steps between 0 and -70 dB (0 dB referred to 0.5 v_{rms}).

A V a c u u m - t u b e V o l t m e t e r , which measures the test-item input voltage as a function of frequency by means of a diode in an insertion unit . . . .

is also incorporated in the POLYSKOP, which makes it possible to avoid many sources of error caused by the manner in which the test item is connected.

A V a c u u m - t u b e V o l t m e t e r in conjunction with a terminated measuring head or an RF probe, which indicates the voltage as a function of frequency at the output of the test item . . . . . .

60; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

is also contained in the POLYSKOP, the measuring sensitivity lying far above that of a normal broad-band VTVM.

Finally, the POLYSKOP contains various F r e q u e n c y M a r k e r s , which are useful for many other purposes besides the exact measurement of frequency.

Everything that you need for the accomplishment of exact measurements in the high- and video-frequency ranges is built into the POLYSKOP. In addition, the POLYSKOP automatically displays t w o v a r i a b l e s at the same time on a large picture screen. With the POLYSKOP, you are able to do many measurements in a fraction of the time necessary for point-by point methods, and the results are just as accurate as those obtained from a test setup put together with considerable effort.

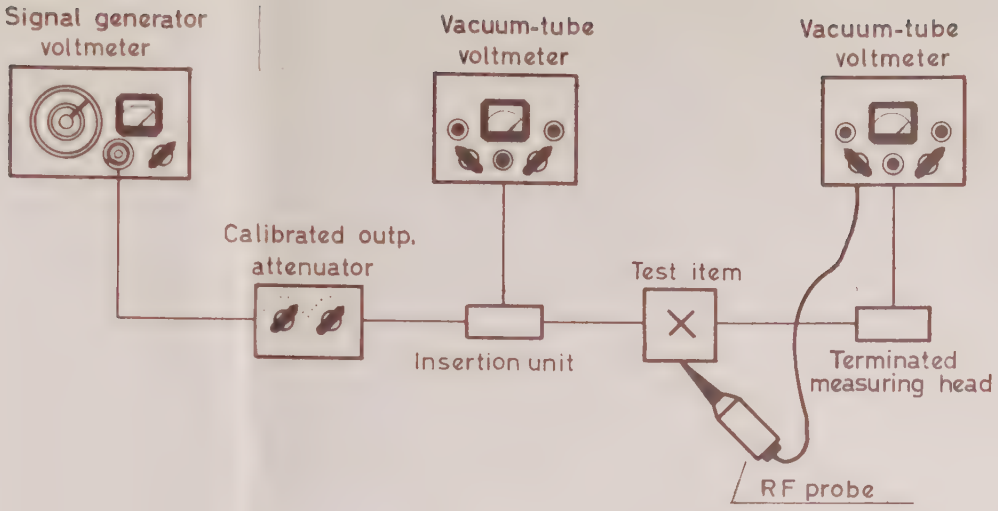
Sections 3. and 4. of this instruction book are devoted to the question of how you can recognize measurement errors and avoid them. Also, mentioned are measurements for which the POLYSKOP is unsuited. Finally, we recommend that you read over the fundamentals of sweep-frequency measurements found in section 9. of this instruction book where everything worth knowing is consolidated. This will make it easy for you to apply the POLYSKOP successfully to your problem.

1.2 Technical Data of the POLYSKOP II (see Fig. 2)

In Fig. 2 you will find the technical data of the POLYSKOP as well as the locations of the outer connections and control knobs. Sections 5. and 6. contain further information on the technical characteristics and the recommended accessories.

50 • 100 S. ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

R 10982
Bl. 133



The above test setup consisting of several signal generators for the entire range from 0.5 to 1200 Mc, a calibrated attenuator, a vacuum-tube voltmeter with an insertion unit and a vacuum-tube voltmeter with a terminated measuring head or diode probe

is replaced by one single instrument

POLYSKOP II

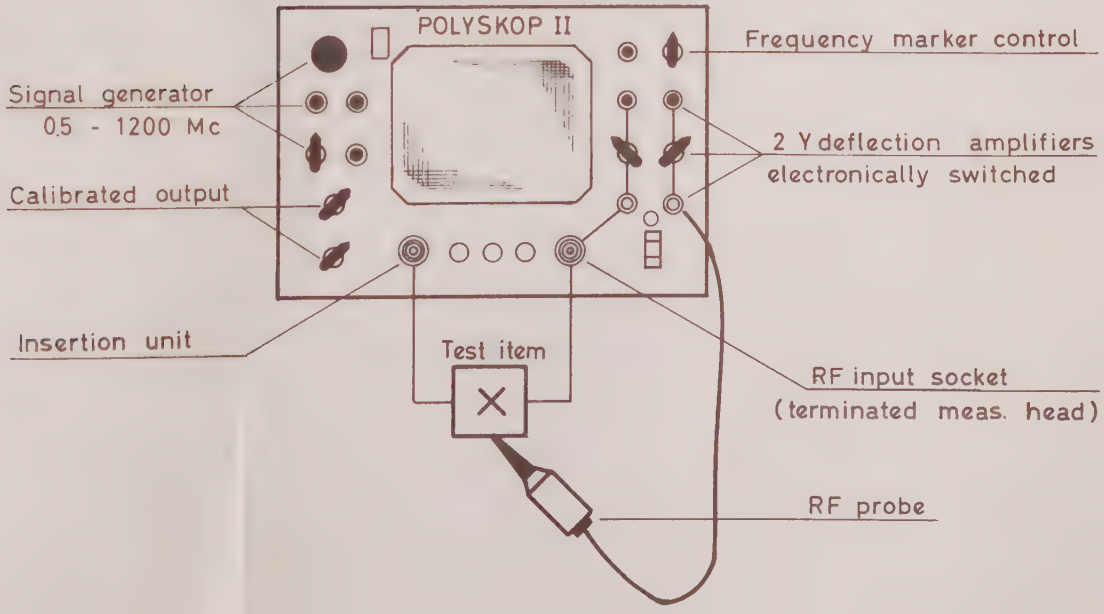


Fig. 1

For range 400-1200 MHz

Drum dial

Tuning

Range OFF-ON

Inside of sub-ranges
continuously adjustable

Centre frequency
coarse & fine

Sub-range 0.5 - 400 Mc :
continuously variable ±0.2 to ±50 Mc
about the centre frequency
but not beyond band limits;
Sub-range 400 - 1200 Mc :
at 400 Mc ±0.1 to > ±10 Mc
at 800 Mc ±0.2 to > ±30 Mc
at 1200 Mc ±0.3 to > ±50 Mc

Sweep width
coarse & fine

0.5 to 1200 Mc
in 6 bands :
0.5 - 50 - 100 - 200 - 300 - 400 - 1200 Mc
Band overlapping > 5 Mc

Frequency range

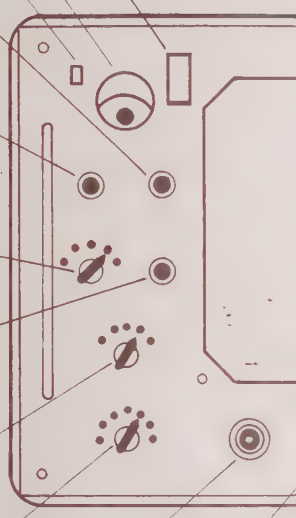
May be shifted over full height of screen

0-reference line

0 - 60 dB

Calibrated output
attenuator

0 - 10 dB



Output voltage max. 0.5 v_{rms}
when match-terminated
Frequency response
< 0,25 dB between 0,5 and 1,5 Mc
< 0,05 dB / Mc betw. 1,5 and 800 Mc
< 0,07 dB/Mc betw. 800 and 1200 Mc
Harmonic Dist. < 5%

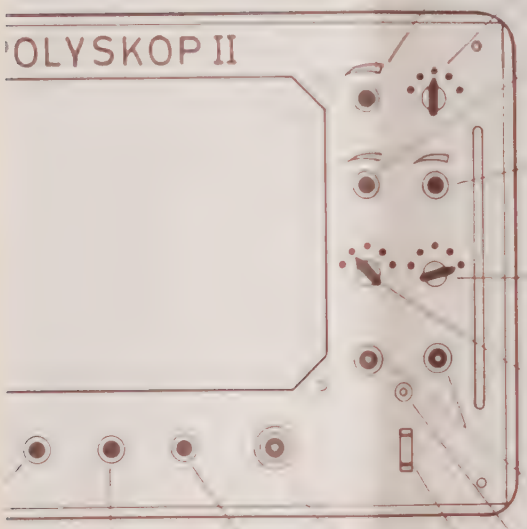
RF output

Brighness

Frequency range 0,5 to 400 Mc
Sensitivity < 30 mv_{rms} for deflection
to full height of screen
Maximum input voltage 10 v_{rms}
Input impedance 20 kΩ
3 pf (300 Mc) shunt;
usable up to 1200 Mc

Diode probe

R 12316
Bl. 7



raticule illumination
tinuously adjustable

Switch at rear

External - marker input

$Z_{in} = 60\,\Omega$
$E_{in} \geq 1 v_{rms}$; $E_{max.} = 4 v_{rms}$
Frequency range 0.5 to 1200 Mc

Marker amplitude

internal or external
continuously adjustable

Frequency marker

1 Mc and 10 Mc, crystal controlled
50 Mc for orientation
(1 Mc up to above 600 Mc;
10-Mc & 50-Mc markers up
to above 800 Mc

Y_1

Vertical gain

Continuously adjustable

Y_2

Y_2

Selector switch

Off
Positive signal
Negative signal
Output voltage check (E_{out})
EMF check

Y_1

Off
Positive signal
Negative signal
Output voltage check (E_{out})
RF input

Probe or deflection-
ampliflier inputs
Y_1, Y_2

Vertical-deflection amplifiers
$Z_{in} = 500\,k\Omega$ across $1\,\mu f$
Frequency range 0.5 cps to 7 kc
Sensitivity : 2 mv_{rms}
required for deflection to full
height of screen

Pilot lamp

Power switch

Power = 1 watt
(sum of RF and DC power)
Sensitivity : 50 mv_{rms} required
for deflection to full height of screen

RF input

Input impedance = Z
VSWR up to 400 Mc < 1.06
800 Mc < 1.1
1200 Mc < 1.2

Focus

Sweep direction

Switchable:
upward / downward

Fig. 2 Technical Data of the POLYSKOP II

2. Operating Instructions for the POLYSKOP II

2.1 Preparation for Use

The POLYSKOP Type SWOB leaves our factory adjusted for operation from 220 v AC. To adjust it for 115 v, 125 v or 235 v, remove the chassis from its cabinet and insert the proper fuse into the clips marked on the fuse panel to correspond with the local AC supply voltage. The fuse panel is located above the power transformer. The fuse rating is 2 amperes for 115 v and 125 v; for 220 v and 235 v, it is 1 ampere.

Plug the power cord LK 333 supplied with the set into the receptacle at the rear of the POLYSKOP. The positions of the control knobs and connections can be seen from Fig. 5.

Put the power switch (14) up for on. The pilot lamp (15) indicates that voltage is applied to the set. Allow one minute for warming up and turn the BRIGHTNESS control clockwise until the horizontal 0-reference line appears on the screen. Adjust the FOCUS control (12) for minimum thickness of the trace. Until the set is completely warmed up, it is necessary to readjust the FOCUS control several times. Vertical positioning of the 0-reference line is possible with the 0-LINE control (6). Normally, this line is brought to coincidence with the engraved zero line of the graticule. Should the 0-reference line be slanted, please read sections 7. and 8., "Maintenance and Repair".

2.2 Functional Check, Short-circuit Measurement

We recommend that the POLYSKOP be checked for proper operation by means of a short-circuit measurement before putting the set into use.

2.2.1 Checking the EMF

The EMF of the built-in signal generator is held constant with the aid of an automatic control circuit. It is possible to make the following check to convince yourself that the EMF exhibits no frequency response:

(1) Set the OUTPUT ATTENUATOR (3) to at least -10 dB.

(2) Turn the Y_1 selector switch (18) to its position "OFF".

160: 50 x 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

(3) Turn the Y_2 selector switch (19) to its position "EMF".

(4) Advance the Y_2 gain control (20) until the EMF curve is displayed.

With maximum sweep width (SWEEP WIDTH controls (3) and (4) turned completely clockwise) and the CENTRE FREQUENCY controls (1) and (2) placed in their middle positions, the EMF curve should not exhibit any noticeable frequency response+) in any of the six ranges of the POLYSKOP. The two horizontal lines shown in Fig. 3 are visible in the frequency range between 50 and 1200 Mc. During the flyback period, the RF oscillators are keyed off so that the 0-reference line is seen.

Fig. 3

In the frequency range 0.5 to 50 Mc, the display appears somewhat different (see Fig. 4). The sharp break at the left-hand side is caused by the lower limit frequency at 0.5 Mc; the fall-off at the right-hand side is caused by the upper limit frequency at approx. 60 Mc.

Fig. 4

By manipulating the CENTRE FREQUENCY (1) - (2) and the SWEEP WIDTH (3) - (4) controls you can obtain any desired frequency sub-range within the specified frequency limits. The centre frequency in the range 400 to 1200 Mc is adjusted by changing the position of the plunger of the built-in coaxial resonator (25). The frequency adjusted for can be read from the drum dial (26). This facility is not suitable for frequency measurements but is intended only for orientation.

A slide switch (27) is provided to extend the life expectancy of the 400 to 1200 Mc generator tubes by switching off the heater voltage. If you count on using this range in the course of your measurements, you can save waiting through the warm-up period by switching on (27) in time.

+) see Specifications

2.2.2. Measurement of the Output Voltage (E_{out})

First terminate the POLYSKOP RF output (9) with a good resistor such as our UHF Standard Resistor Type RMC. Next switch the OUTPUT ATTENUATOR (7) - (8) to 0 dB and place one of the two selector switches (18) or (19) in the position "E_{OUT}". No substantial frequency response should be recognizable even though an absolute agreement between the E_{out}-indication and the EMF cannot be expected, since certain sources of error in the attenuators and cable connections are unavoidable+). If you measure the POLYSKOP output voltage with the OUTPUT ATTENUATOR placed at -20 dB, you will recognize a certain amount of fluctuation in the indication, especially in the range 0.5 to 50 Mc. This is caused by the small distortion of up to 5% present in the POLYSKOP signal generator output. Diode detector arrangements, which are also used in the POLYSKOP for indication, respond strongly to distortion in the measured signal. For particulars, please read paragraphs 4.3 and 9.6

2.2.3 Measurement of the Short-circuit Frequency Response

With the measurements carried out according to the paragraphs 2.2.1 and 2.2.2, you have checked the proper functioning of the signal-generator section of the POLYSKOP. Only the proper functioning of the RF INPUT SOCKET containing the diode detector for the response indications remains to be checked. The following procedure should be followed in making this check:

Connect the RF OUTPUT (9) to the RF INPUT (13) with a good cable (such a cable is supplied with the POLYSKOP). Place the selector switch Y_1, (18) in the position "RF" and the OUTPUT ATTENUATOR in the position "0 dB". The deviation of the frequency response curve should not be more than 5%. With reduced signal-generator voltage (for example, -20 dB), the deviation may be larger for the reasons given in detail in paragraph 2.2.2.

2.2.4 Display of Two Voltage Variables

If both selector switches (18) and (19) are put to a position other than "OFF", the voltage variables applied to the Y_1 and Y_2 amplifiers are written alternately at one half the AC supply frequency. A built-in electronic switch makes the switch-overs, displaying both voltage variables simultaneously on the picture screen. The electronic switch is shut

+) max. 1 dB

off if one of the selector switches is placed in the position OFF, the writing frequency then becoming equal to the AC supply frequency (48 - 62 cps).

2.3 Adjustment of Sweep Width

For example, a sweep width from 210 Mc to 216 Mc is desired.
The following procedure is recommended:

(1) Select the 200 to 300 Mc band and the 50-Mc frequency markers.

(2) Turn the SWEEP WIDTH control completely clockwise. Notice the three markers in the display, the left one at 200 Mc, the right one at 300 Mc, the centre one at 250 Mc.

(3) Bring the 200-Mc marker to the left-hand side of the display by decreasing the sweep width with the SWEEP WIDTH control and manipulating the coarse CENTRE FREQUENCY control (2).

(4) Switch on the 10-Mc marker spectrum and locate the marker for 200 Mc, 210 Mc and 220 Mc, respectively.

(5) Bring the 210-Mc marker to the left-hand and the 220-Mc marker to the right-hand side of the display by further decreasing the sweep width.

(6) Switch on the 1-Mc marker spectrum.

With repeated manipulations of the fine SWEEP WIDTH (3) and CENTRE FREQUENCY (1) controls, the frequency sweep between 210 Mc and 216 Mc may be displayed across the picture-tube screen.

2.4 Applying an External Marker

A signal generator which delivers approx. 1 V_{rms} across 60 Ω at the desired marker frequency is necessary for applying an external marker to the POLYSKOP. The signal generator output voltage is applied to the rear R&S Dezifix connector of the POLYSKOP. The frequency marker is adjusted to the desired display height using control (23). With the FREQUENCY MARKER switch (22) placed in position EXT, only the external marker is visible. In the positions 1, 10 or 50 Mc, the external marker appears with the internal markers.

2160. 50 x 100 S. ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

2.5 Measuring with the RF Diode Probe

The two RF diode probes supplied with the POLYSKOP are characterized by a small input capacitance and a high sensitivity. RF voltages of a few millivolts can be displayed at full height on the screen of the POLYSKOP. However, you must take care to ensure that a good earth connection is made to the probe shell as close as possible to the point of measuring, in the range 400 to 1200 Mc. Great care must be exercised with regard to earthing points. The two replaceable probe tips are not meant to be soldered to the check point since the trolitul disc in the diode probe would be damaged. In order to connect the diode probe to the circuit under test, unscrew the probe tip and fasten a soldering lug to the diode probe with a suitable screw. The diode probes are safe for DC voltages up to 500 v and operate as a voltage-doubler.

The RF probe marked by a red ring has one side of the rectifier circuit connected to the probe shell through a capacitance. This probe is less sensitive with reference to hum pickup. However there are cases, depending upon the test setup, where the RF earthing conditions are not defined particularly from 400 to 1200 Mc. This is recognized by the fact that the indications change when the RF probe is touched or moved about. These instable indications cannot be tolerated under any circumstances since they indicate a measuring error. In these cases, try using the RF probe not marked with a red ring. This probe has its rectifier circuit connected directly to its shell which, in turn, is connected to the cable shield. Further information as to how you can recognize and avoid measuring errors can be found in section 4.

2.6 Investigations on Test Items with Built-in Rectifiers

In most cases, receivers and intermediate-frequency amplifiers contain rectifiers for the demodulation of the RF voltages. It is possible to feed a demodulated voltage directly from the test item to the input of one of the vertical-deflection amplifiers. Loading effects on a demodulator circuit remain quite small if an isolating resistance of 100 kΩ is placed between the check point and the input of the vertical-deflection amplifier. It is also recommended that a shielded cable be used for the connection between the test item and amplifier input. If the test item has an amplifier stage following its demodulator, the POLYSKOP may be

connected to this amplifier only if its pass band extends down to at least 1 cps. This condition is practically never met so that in general the POLYSKOP should be connected directly to the demodulating circuit of the test item if errors are to be avoided.

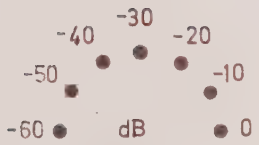
Depending upon the polarity of the voltage taken from the demodulator circuit, the selector switch (18) or (19) is placed in the position "POS" or "NEG". The vertical-deflection amplifier inputs (16) and (17) of the POLYSKOP are safe for DC voltages up to 500 v.

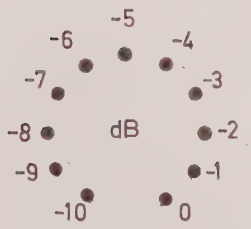
2.7 Response Amplitude Measurements

The exact response voltage amplitude c a n n o t be read from the picture-tube graticule.

Diode rectifier arrangements such as those used in the RF input (terminated measuring head) and the test probes are inherently non-linear elements. At low RF voltage levels, the relationship between the RF voltage and the rectified diode current is particularly non-linear. It was therefore not possible to provide the plexiglass picture-tube protector with a dB-calibrated scale. For this reason, the amplitude measurements must be made indirectly by the comparison of voltage level changes of the signal-generator output voltage. This method ensures that the non-linearity of the diode used for rectification, even if contained in the test item, does not affect the measuring accuracy. A further advantage of the indirect method of measurement lies in the fact that overdriving of the test item is immediately recognizable.

The built-in attenuators (7) and (8) provide defined level drops down to -70 dB in steps of 1 dB. With the gain of the vertical deflection amplifiers left constant, it is possible to determine the position of the horizontal trace on the display which corresponds to a given level drop as read from the adjusted attenuators. The response curve of the EMF can be used conveniently as a reference line to mark the determined level.





SWEEP WIDTH COARSE 4

FINE (3)

Range 400-1200 MHz (27) (25) (26)

FREQENCY RANGE SWITCH (5)

0-REFERENCE LINE ADJUST (6)

(10- dB STEPS) (8)

CALIBRATED OUTPUT ATTENUATOR

(1- dB STEPS) (7)

(9)

Ⓐ RF OUTPUT

R 12316
BI.10

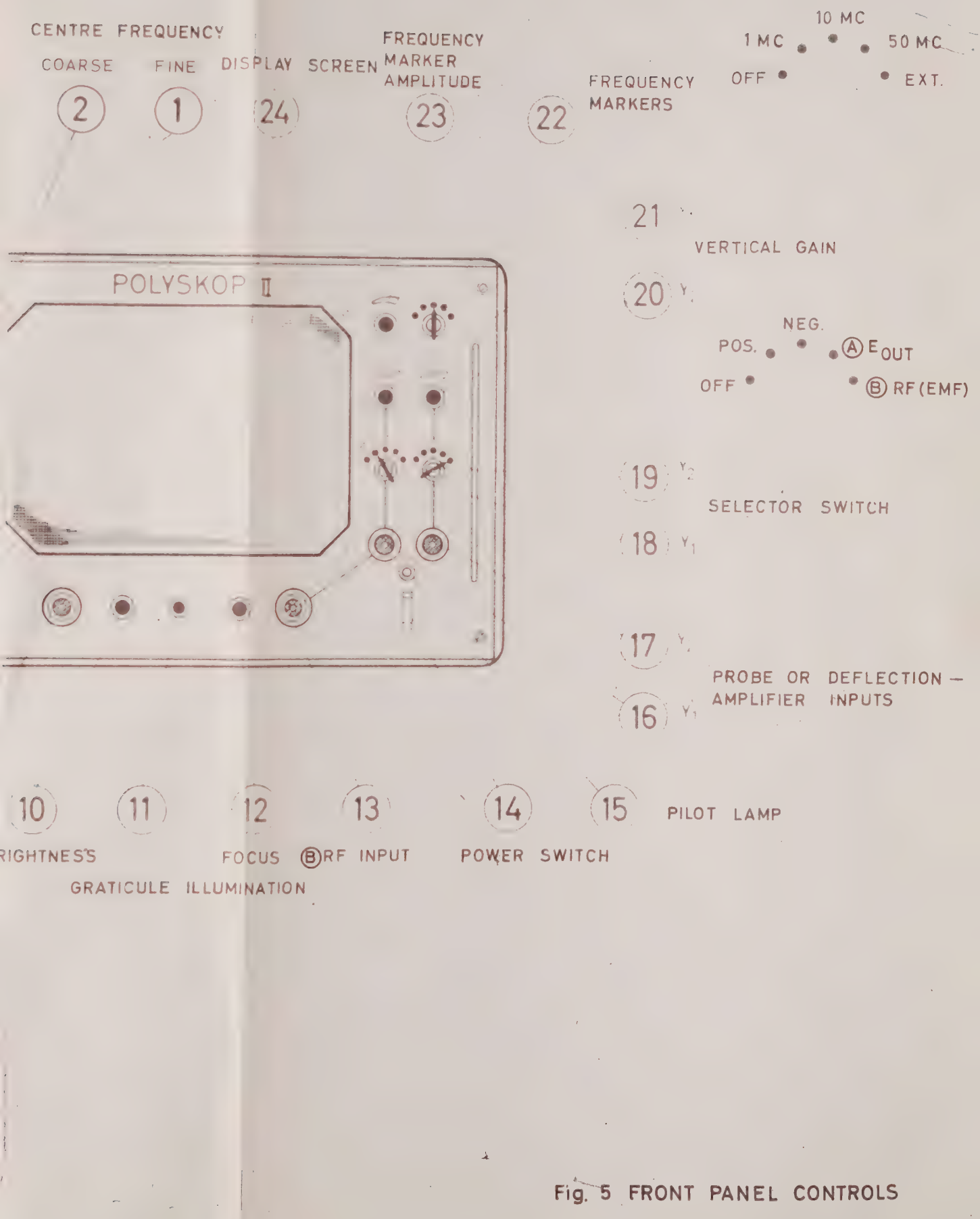


Fig. 5 FRONT PANEL CONTROLS

3. Examples of Application

3.1 Measurement of a Single Tuned Circuit (resonance frequency and bandwidth)

Single tuned circuits, which are used as coupling network between two amplifier stages, are best investigated with a test setup as shown in Fig. 6.

3.1.1 Connecting the Signal Generator of the POLYSKOP to the Test Item

For this purpose, use a cable, which is not too long, with an open end that can be soldered to the grid of the first amplifier stage. With such makeshift connections, you must take care to ensure that a good impedance match is made. To make certain of this, use one of the beams to trace the output voltage E_{out} as a function of frequency while the other beam is used for the test results.

The fluctuation of E_{out} must not vary more than 20% in the frequency range used for measuring. If these fluctuations are greater than 20%, it is necessary to compensate the input impedance at the grid of the first amplifier stage by adding either capacitance or inductance before beginning any measurements. Even if you have terminated the cable with its characteristic impedance, you cannot expect an exact impedance match because of the valve input impedance with its associated capacitance. In most cases, compensation is not necessary for bandwidths under 2 Mc when the connecting cable to the test item is shorter than 1 metre.

3.1.2 Measuring the Resonance Frequency

In order to measure a resonance frequency, it is in most cases sufficient to fasten the RF diode probe to the chassis at a short distance from the resonant circuit under investigation. It is also possible to couple to the anode of the amplifier valve using a small capacitor with 0.5 to 1 pf. The detuning and damping of the resonant circuit remain so small that you can accurately measure the resonant frequency and bandwidth of the tuned circuit. Only with low-gain amplifier stages and low-Q resonant circuits is it necessary to make a direct connection with the RF diode probe. The resonant frequency of a tuned circuit is determined with the help of the frequency markers.

* 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.1.3 Measuring the Q of a Tuned Circuit (bandwidth)

To measure the Q of a tuned circuit, use the following procedure:

(1) Place the selector switch (19) of the vertical-deflection amplifier in the position "EMF". The trace obtained can now be used as a reference line.

(2) Increase the fine attenuator control (7) by 3 dB so that the height of the displayed resonance curve is reduced by exactly the same amount.

(3) Place the reference line at the top of the resonance curve with the aid of the vertical gain control "Y_2".

(4) Return the attenuator to the initial setting.

With the aid of the reference line marking the 3-dB level and the frequency markers, determine the lower and upper frequency limits, f_1 and f_2, which establish the bandwidth.

The Q of the tuned circuit is calculated from the relationship

$$Q = \frac{f_o}{\Delta f}$$

where Δf is the bandwidth (f_2-f_1) and f_o is the resonant frequency.

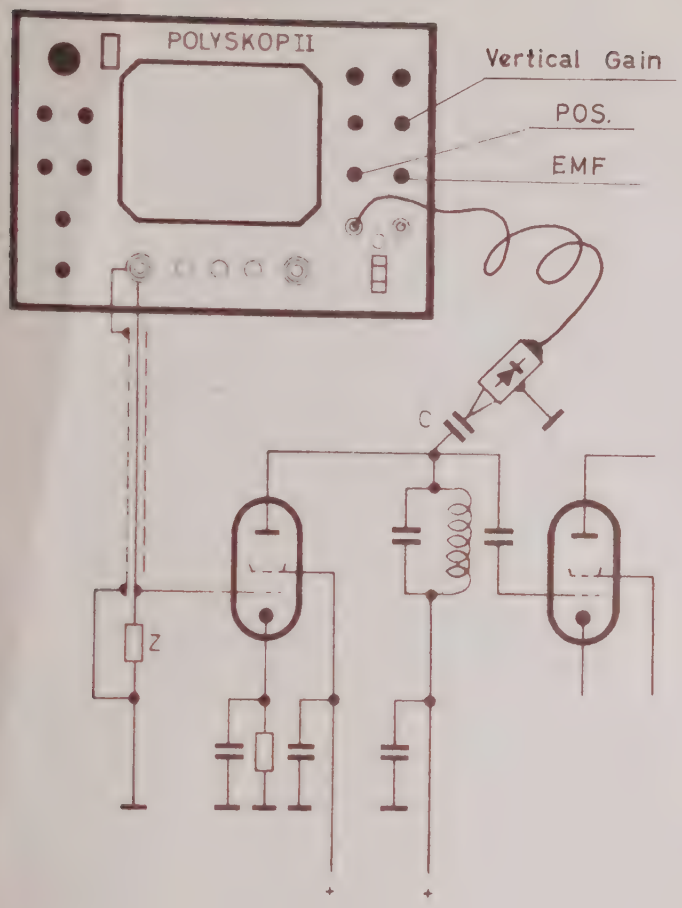
3.1.4 Possibility of Measuring Errors

With tuned-circuit bandwidths of less than 50 kc, automatic sweeping at the AC supply frequency may be too rapid, and thus cause measuring errors to occur with respect to bandwidth measurements as well as in the determination of the resonant frequency. For further information, please read section 4. and paragraph 9.5.

You must be careful that the test item is not overdriven. When feeding the POLYSKOP output voltage directly to the grid of an amplifier valve, the calibrated output attenuator must be switched to at least -10 dB.

(100 S) ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

R 10982
Bl. 144



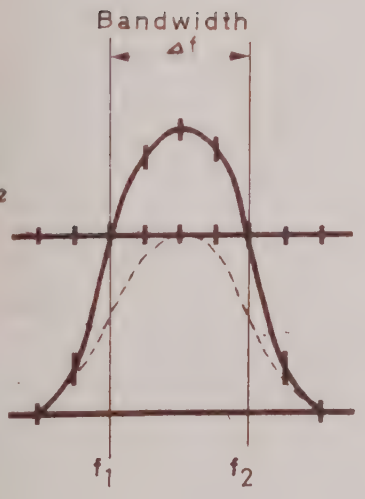


Fig. 6 Measurement of Single Resonant Circuit with the POLYSKOP

3.2 Measurements on Bandpass Filters (coefficient of coupling and bandwidth)

For the measurement and alignment of bandpass filters, the possibility of the simultaneous display of two quantities proves especially useful.

3.2.1 Test Setup

The recommended test setup is depicted in the sketch of Fig. 7. The grid of the first amplifier valve is connected to the POLYSKOP with a cable that is as short as possible. However, the same considerations with regard to impedance matching must be taken into account as were set out in paragraph 3.1 on the measurement of single tuned circuits.

3.2.2 Measuring the Bandwidth

The RF probe is connected to the output of the bandpass filter through a 0.5 to 1 pf capacitor. The amplifier valve of the following stage is left in operation so that its input resistance and capacitance are included in the measurements. The bandwidth is then measured in the same manner as described in paragraph 3.1.3, where the output voltage is lowered 3 dB with the calibrated attenuator FINE.

3.2.3 Adjusting the Coefficient of Coupling of a Bandpass Filter

To make this measurement, one RF diode probe is connected to the bandpass filter input in addition to one connected to the output. Both connections are made through small coupling capacitors. The simultaneous display of the two resonance curves is presented on the screen of the picture tube. At critical coupling, the filter input response curve has a saddle depth that is equal to one-half of the saddle maxima at the limit frequencies. The pass-band centre frequency lies at the saddle minimum. In addition, the two saddle maxima should both have the same height if no stray coupling is present inside the amplifier stage.

3.2.4 Possibility of Measuring Errors

Bandpass filters whose amplitude response rises from 10% to 100% within a frequency change of less than 20 kc cannot be measured exactly with the POLYSKOP. For particulars, please read section 4. and paragraph 9.5.

100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Also you should take care that the test item is not overdriven with an excessive output voltage from the POLYSKOP. An output attenuator setting of at least -10 dB is recommended.

.2.5 Measuring and Aligning Multistage IF Amplifiers

Multistage amplifiers can be aligned and measured with the POLYSKOP in the same manner as already mentioned. However, the possibility of measuring errors increases as the number of IF stages is increased because of the steepness of the amplitude response curve (see section 4. and paragraph 9.5).

3.3 Limiters and Discriminators

3.3.1 Limiters

By coupling one of the RF diode probes with a small capacitor of 0.5 - 1 1 pf to the anode circuit of a limiter, the output voltage response can be displayed. The range of the limiter action can be recognized by viewing the height of the response curve as the output voltage of the POLYSKOP is varied with the aid of the calibrated attenuator.

The usual limiter draws grid current which builds up a grid bias voltage. This bias voltage can be coupled over a resistance of more than 100 kΩ to the available vertical-deflection amplifier so that both the output response and the grid voltage may be viewed simultaneously. The simultaneous display of these two voltage variables provides an especially clear picture of the limiter action.

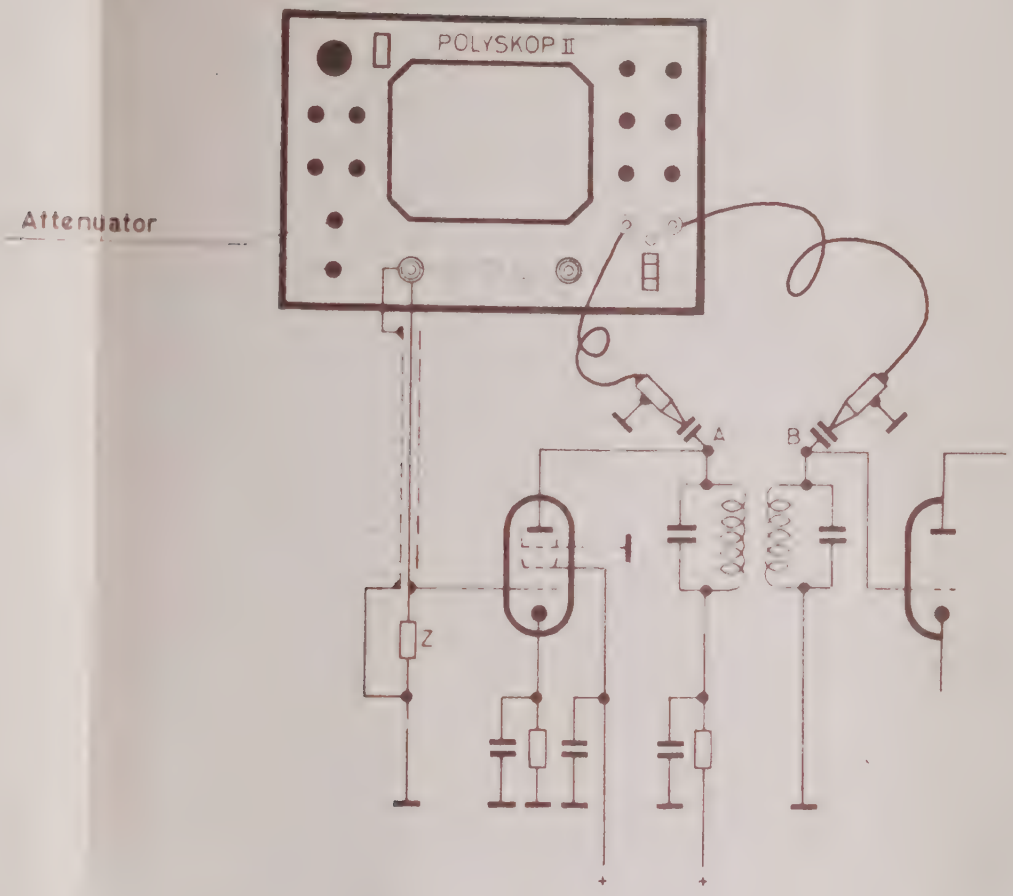
3.3.2 Discriminators

Detector arrangements are contained in discriminators so that a discriminator output voltage can be directly coupled through an isolating resistor (over 100 kΩ) to the input of the POLYSKOP. Since the discriminator response curve lies symmetrically about a reference axis, the POLYSKOP 0-reference line is best placed in the centre of the display.

Of special value is the viewing of the response curve of the IF amplifier connected ahead of the first limiter stage simultaneously with the dis-

; 0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

R 10982
Bl.147



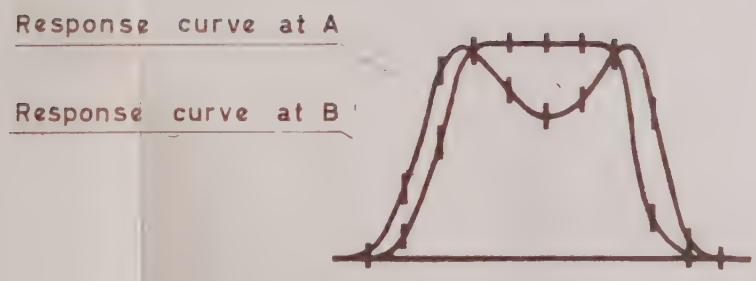


Fig. 7 Measurements on Band-pass Filters with the POLYSKOP

criminator response curve. Here you can see exactly whether the discriminator is correctly adjusted to the centre frequency of the pass-band. By changing the output voltage of the POLYSKOP, you can check to see if the discriminator response curve remains unchanged throughout the required input level range. With this measurement, the proper functioning of all the limiter stages is also included.

3.3.3 Possibility of Measuring Errors

The signal-generator output voltage of the POLYSKOP is cut off during the oscillograph flyback period. Because of the high amplification of an IF amplifier with limiter and discriminator, the absence of an input voltage while the signal generator is cut off allows a high noise level to be applied to the discriminator. This is the cause of fluttering in the discriminator display curve. However, this fluttering can cause no distortion of the measurement results.

Narrow-band IF amplifiers having a pass-band of less than 100 kc are subject to measuring errors caused from the automatic sweep frequency being too high (AC supply frequency). Please refer to paragraph 9.5 for a detailed explanation.

If measurements are made on amplifier stages whose average current varies with the amount of input drive, the amplitude response may be distorted by a sag in the top of the curve. This is especially true of limiter amplifier stages. In general, the filtering and by-passing capacitors of the anode, screen-grid, and cathode circuits are so dimensioned that they present a sufficient short-circuit in the frequency range of the set. Since the sweep of the POLYSKOP occurs at the AC supply frequency, the filtering and by-passing is not sufficient in many cases to prevent variations in the operating voltages. The amplification of each stage then varies at the AC supply frequency, making it impossible to avoid measuring errors.

In general, the following principles should be observed:

Amplifier stages which do not operate class A (the anode current is a function of grid drive) must have filter or by-pass circuits with time constants greater than 10^{-1} or less than 10^{-4}; in the first case the filtering is sufficiently large compared with the AC power frequency, in

the other case the filtering is sufficiently small so that the amplifier gain does not noticeably change during the sweep time. If the time constants do not meet this requirement, parallel capacitors must be added before making any measurements.

Naturally, such steps are unnecessary for measurements on test items which have anode current conditions that are independent of grid drive (class A). It is only possible to make measuring errors by overdriving an amplifier stage, which upsets its pure class A operation.

3.4 Filter Alignment

Any passive element such as a low-pass, high-pass, or bandpass filter may be measured and aligned with the POLYSKOP. In addition to viewing the output response, you can view the degree of filter mismatch to a cable of known characteristic impedance Z_o by observing the height of the E_{out} wave pattern.

3.4.1 Connecting the Test Item

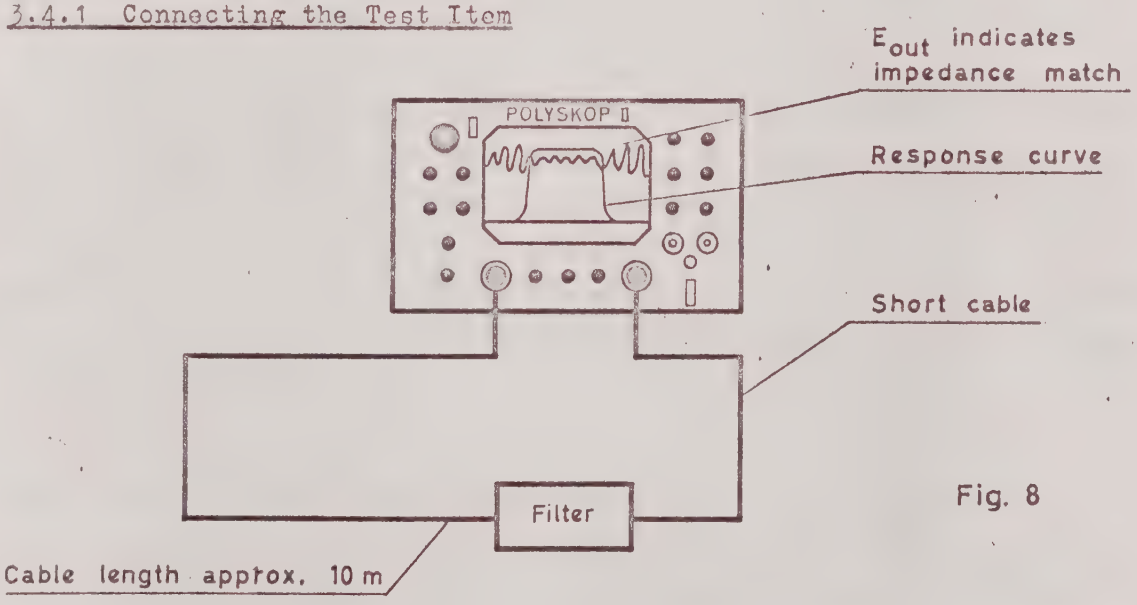


Fig. 8

Connect the test item to the POLYSKOP RF input and RF output as shown in the above diagram (Fig. 8). In order to view the wave pattern of E_{out} caused by mismatching, you must connect to the input of the test object a high-quality cable that is at least 10 metres in length. Cables suitable for the POLYSKOP can be delivered upon request and are available with various characteristic impedances. For details, please refer to the compilation of data and accessories under paragraph 6.6.

3.4.2 Measurements

By observing the test item's response characteristic as well as its impedance match response, compensation problems can be solved in a very short time. Please refer to paragraph 3.12.6.

3.4.3 Interpretation of the Measurement Results

Exact information on the measurement of input standing-wave ratios along with the obtainable measuring accuracies is given in paragraph 3.12, "Cable Measurements".

3.4.4 Filter Adjustment Against a Standard

The dual display feature of the POLYSKOP is especially suitable for adjusting test items against a calibrated standard for use in quantity production.

The calibrated standard and the test item are both connected to the RF OUTPUT of the POLYSKOP using a T-connector with 3 x Z_o/3 BN 42441/50 or /60 or /75 for a characteristic impedance of 50 Ω, 60 Ω or 75 Ω. If a long high-quality cable is used for the connection between the POLYSKOP and the T-connector, the input impedance of the test item can be compensated for with a reasonably high accuracy. The adjustment of the test item is accomplished when the two displayed response curves sufficiently cover one another. By switching one of the two vertical-deflection amplifiers to the position E_{OUT}, the input-impedance match of the test item can be displayed.

3.4.5 Possibility of Measuring Errors

Extremely steep filter response curves cannot be exactly resolved with the POLYSKOP. Only the steepness of the response curve is important and not the bandwidth. For example, a low-pass filter with an extremely sharp cut-off at 10 Mc cannot be measured with a frequency sweep of 10 Mc. However, under certain circumstances it is possible to investigate the cut-off region separately when it is not steeper than 20 kc for an amplitude drop from 100% to 10%. This measurement is made by decreasing the sweep width. Please refer to section 4. and paragraph 9.5.

50 x 100 S, ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.5 Measuring the Gain of an Amplifier Stage

To measure the gain of an amplifier stage, the following procedure is recommended:

(1) Connect the RF OUTPUT of the POLYSKOP to the input of the amplifier under test.

(2) Connect one of the RF diode probes to the anode of the amplifier valve.

(3) Turn the vertical-deflection amplifier gain to maximum with control "Y_1" or "Y_2".

(4) With the aid of the OUTPUT ATTENUATOR control, increase the attenuation until the response curve lies at the top of the display screen.

(5) Connect the RF probe to the amplifier input and decrease the attenuation with the OUTPUT ATTENUATOR control until the response curve lies at the same place as under step 4.

The difference in the dB readings of the OUTPUT ATTENUATOR control is the dB gain of the amplifier stage under test. With the two built-in calibrated attenuators, it is possible to obtain a high degree of accuracy from a measurement of this kind.

3.6 Video and Distributed Amplifiers

For measurements on video amplifiers, the lowest frequency range of 0.5 to 50 Mc is especially suitable because of the large adjustable sweep width. Not only can you measure the frequency response range for which the amplifier is designed, but also the higher frequencies where resonant peaks may occur. In general, these resonant peaks can be attributed to unsuitable coupling capacitors or poor filtering and often give rise to unexplainable overshoots when observing transients.

Of special importance when making measurements on distributed amplifiers is the fact that the RF output voltage of the POLYSKOP remains at the same value when the frequency range switch is switched from position to position. It is possible to investigate the response curve of a distributed amplifier from 0.5 to 1200 Mc in six frequency ranges.

0360: 50 x 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.6.1 Possibility of Measuring Errors

Video and distributed amplifiers appear as active four-terminal networks with low-pass characteristics. Since they contain non-linear elements in the form of amplifier valves, a distortion of the amplified frequencies may occur through overdriving or incorrect design. The effect of distortion, which exists up to 5% in the signal generator output but may in addition be caused by the test item, is described in detail under paragraph 9.6.

3.7 Determining the Frequency of a Signal Source

3.7.1 Method of Measurement

The frequency markers of the POLYSKOP are produced through the interference of the POLYSKOP signal generator frequency with the spectral lines produced by the marker frequency generator. If the output frequency of a signal generator or oscillator is connected to the RF OUTPUT of the POLYSKOP, a beat frequency marker is produced whose position may be compared with one of the markers produced by the POLYSKOP signal generator. In this manner it is possible to check the calibration of signal generators or oscillators after, for example, a valve has been replaced. The accuracy corresponds to the accuracy of the crystal marker generator in the POLYSKOP and is not very high ($\pm 1 \times 10^{-4}$), but sufficient for many purposes.

3.7.2 Test Setup

If the output voltage of the signal source is about 1 v_{rms}, it may be applied to the EXTERNAL MARKER input at the rear of the POLYSKOP and displayed in the manner usual for external frequency markers. When the FREQUENCY MARKERS control is placed in the "1 MC" or "10 MC" position, the internal frequency markers become visible and may be compared with the position of the appearing external marker. By slowly adjusting the frequency of the signal source, the coincidence of one of the internal spectral lines with the signal-source frequency is manifested by a very low beat frequency pattern that is visible across the entire screen.

When the signal source to be tested delivers a small output voltage, it must be connected to the RF OUTPUT of the POLYSKOP. With the OUTPUT

8 0360: 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

ATTENUATOR placed in the "-20 dB" position and one of the vertical-deflection amplifiers placed in the "E_{OUT}" position, the RF output voltage of the POLYSKOP is measured. The frequency determination is made by comparison in the same manner as described above.

To align the local oscillator of a receiver through any desired tuning range, the frequency sweep width is so adjusted that the total range in which the oscillator is to function is displayed across the screen. The beat frequency pattern produced by the oscillator wanders across the screen as the oscillator is tuned through its tuning range.

3.8 Checking the Frequency Calibration on Receivers

The frequency spectrum from 1 to 400 Mc can be brought out at the rear of the POLYSKOP to be used in checking the calibration of receivers in this frequency range.

With the FREQUENCY MARKER selector switch in the position "1 MC", the output voltage varies with frequency as follows:

30 Mc	3 mv
100 Mc	2 mv
200 Mc	0.8 mv
300 Mc	0.2 mv
400 Mc	0.1 mv

With the FREQUENCY MARKER selector switch in the position "10 MC", the output voltage is:

30 Mc	30 mv
100 Mc	3 mv
200 Mc	2 mv
300 Mc	1 mv
400 Mc	0.5 mv

This specification represents only approximate values and may vary from set to set.

Measured at 20°C ambient temperature, the accuracy of the POLYSKOP marker generator is $\pm 1 \times 10^{-4}$ with a temperature coefficient of 1×10^{-6}/°C. This limits the realizable accuracy.

0150 · 50 x 100 S · ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

3.9 Alignment of Television Receiver Components

The following measurements may be carried out for checking and aligning television receivers:

(a) Alignment of RF tuners in all channels of Bands I and III, IV and V.

(b) Alignment of IF amplifiers (video IF amplifiers).

(c) Alignment of the intercarrier sound sections (IF section, limiter, discriminator).

(d) Alignment of video amplifiers up to the picture-tube connection.

(e) Overall check from the VHF input to the picture-tube connection with the simultaneous observation of the video response and discriminator characteristic curve.

3.10 Measurements on Multicouplers

The possibility of covering a wide band of frequencies with a single test instrument is especially advantageous in the development and production of multicouplers for use in community antenna systems. Measurements on these units for use in the broadcast, shortwave, FM and television bands can be carried out in a very short time.

3.11 Locating Bad Earthing Conditions

Because of their high sensitivity the RF diode probes of the POLYSKOP are well suited for investigating bad earthing conditions.

3.11.1 Test Setup

Connect the test item to the POLYSKOP as for measuring the amplitude response. Adjust the centre frequency and sweep width until the entire frequency range of the test item is covered.

The RF diode probe may be used to make checks on the test item to determine the adequacy of RF filtering, i.e. that no unwanted RF voltages are present which may lead to instability. When making alignments, inadequate filtering in multistage RF or IF amplifiers causes difficulty in that the

0; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

calculated pass-band is not attained and the individual stages may have too much gain which may lead to instable conditions.

The same symptoms may appear from a bad choice of earthing points. In some instances, an earth conductor only a few centimetres in length may cause RF voltage drops in the order of several millivolts. If the return paths of several circuits are run via the same earth conductor, common earth pickup may cause malfunctioning of the circuits. By measuring the voltage drop between the suspected earth points, such errors are rapidly found.

3.11.2 Possibility of Measuring Errors

In all measurements made with the RF diode probe, it is imperative that a good connection be made between the shell of the diode probe and the earth of the test item. This is a prerequisite for the accurate measurement of the RF voltage appearing between the electrode of the RF probe and earth.

3.12 Measurements on Cables, Cable Connectors and Termination Impedances

To aid in the understanding of the following paragraphs on measuring techniques, a review of fundamental concepts will first be given.

If we measure the input impedance of an open-ended high-frequency cable as a function of frequency, we observe that at very definite frequencies the impedance becomes almost infinite. As a function of frequency, we obtain the following picture (Fig. 9).

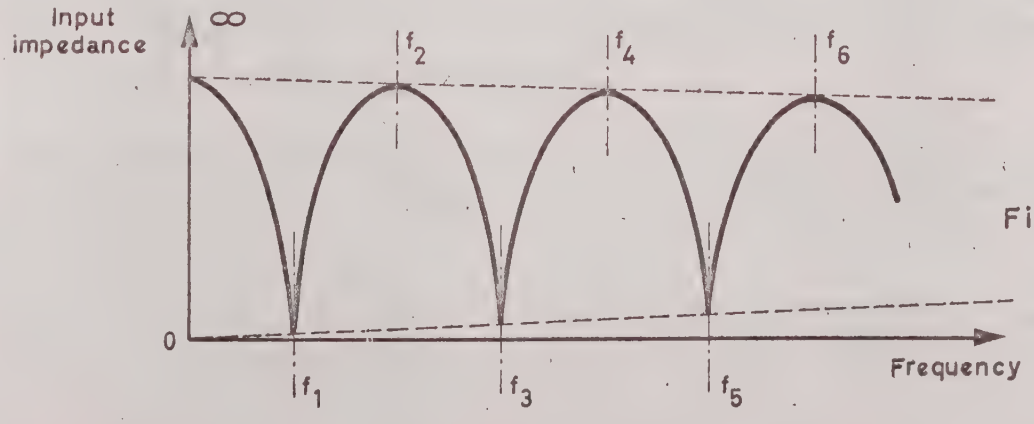


Fig. 9

0360; 50 x 100 3; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

At zero frequency (DC), the input impedance is almost infinite. The finite value of the impedance is caused only by the insulation resistance between the inner and outer conductors. With increasing frequency, the input impedance decreases and reaches a minimum at f_1. Because of the dielectric losses, the minimum impedance does not reach zero. As the frequency is further increased, a second maximum is reached at f_2, where f_2 is twice the value of f_1. At every integral multiple of f_1, we measure maxima and minima of the input impedance. We observe that the maxima and minima no longer reach the same values that they had at the lower frequencies. This is due to the fact that the dielectric losses are dependent on frequency and become greater as the frequency is increased.

Repeating the same measurement, but with the cable short-circuited, we measure a very low resistance at zero frequency which is primarily the DC resistance of the inner conductor. At the frequency f_1, a maximum is obtained where a minimum was for the open-ended cable. Maxima and minima are merely interchanged at the same frequency intervals.

At what frequency f_1 we find the first minimum in the case of the open-ended cable depends upon its electrical length. The electrical length of the cable may be calculated from its mechanical length, taking into account the dielectric constant of the material between the inner and outer conductors. By determining the frequency f_1 or, for example the difference between f_8 and f_9, we may calculate the dielectric constant when the mechanical length is known or vice versa.

If we terminate the cable with its characteristic impedance Z_o, we measure always the same input impedance Z_1. In practice, the impedance Z_1 deviates a small amount above and below the Z_o value. To measure a constant Z_1 value, the cable must have the exact same distance between the inner and outer conductors throughout the entire length. In addition, the electrical properties of the insulation material must be also exactly the same throughout the cable length.

The response of the input impedance as a function of frequency is a measure of the cable quality, i.e. the homogeneity of its electrical and mechanical properties.

If we terminate such a cable with a resistor that varies from Z_o as a function of frequency, a wave pattern is displayed which indicates the

K 10362 81.156

ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

amount of mismatch. By such measurements, we may recognize the degree of mismatch and then make compensations until the displayed waves are brought to a minimum.

3.12.1 Measuring Technique and Test Setup

A diode is built into the RF output socket of the POLYSKOP so that measurements on cables may be carried out with ease. The diode measures the output voltage response E_{out} which is then displayed directly on the screen of the picture tube. The wide frequency range from 500 kc up to 1200 Mc makes it possible to carry out measurements on cables as short as 1 metre in length. To make a measurement, the cable to be tested is connected to the RF OUTPUT of the POLYSKOP. The OUTPUT ATTENUATOR is placed in the "-10 DB" position to prevent heavy mismatch (more than 30%) of the cable characteristic impedance to that of the POLYSKOP from reacting on the EMF control circuit. The output voltage E_{out} is then displayed as a function of frequency.

3.12.2 Determination of the Characteristic Impedance Z_o

Connect several metres of the cable to be tested to the RF OUTPUT of the POLYSKOP. Adjust the sweep width to cover the frequency range of the cable. As long as the cable is left open-ended, the maxima and minima of the wave pattern appear as described in the foregoing. Terminate the cable with various pre-determined resistance values until one is found that produces a minimum wave pattern. It is important that the terminating resistor be connected as closely as possible to the end of the cable between the inner and outer conductors. This is especially important when measuring at very high frequencies. The terminating resistance found in this manner is equal to the characteristic impedance Z_o of the cable. The Z_o value may be measured within an accuracy of 1% if a compensated, variable terminating resistor is used.

The source impedance of the POLYSKOP is of subordinate importance in this measuring technique. However, the obtainable accuracy does increase the lower the Z_o value of the cable to be tested or the higher the source

0; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

impedance of the POLYSKOP. The best arrangement to obtain the highest accuracy would be to feed the cable under test from a constant current source and not from one with a constant EMF and a finite source impedance.

3.12.3 Determining the Dielectric Constant

To determine the dielectric constant, several metres of the test cable are connected to the POLYSKOP, the free end being left open-ended. Beginning with the lowest frequency range of the POLYSKOP, 0.5 to 50 Mc, we determine the first voltage minimum E_{out} in the wave pattern which represents the first impedance minimum. For the exact measurement of the frequency f_1, it is recommended that a well calibrated signal generator be connected to the external marker input and the resulting frequency markers be used to measure the frequency at the minimum impedance point. The sweep width should be reduced far enough so that the minimum impedance point may be easily and accurately measured.

From the measured frequency f_1 and the mechanical length of the cable, the dielectric constant ε may be calculated from the relationship

$$\varepsilon = \left(\frac{c}{4 \times f_1 \times l} \right)^2$$

c = speed of light in metres/sec (3×10^8)
l = mechanical length of the cable in metres

3.12.4 Determining Cable Attenuation

The attenuation of a cable is a function of frequency, increasing as the frequency increases. The attenuation, measured at a definite frequency or in the frequency range 0.5 to 1200 Mc, is easily determined from the POLYSKOP display. To make this measurement it is advisable to use a cable longer than 10 metres connected between the RF OUTPUT and the RF INPUT of the POLYSKOP.

The measurement is performed as follows:

(1) Connect the 1-metre precision cable between the RF OUTPUT and RF INPUT.

(2) Set the OUTPUT ATTENUATOR in the "-20 dB " position and the vertical-

deflection amplifier selector switch to the position "RF".

(3) With the VERTICAL GAIN control "Y_1", adjust the displayed trace to line 10 on the graticule.

(4) Replace the 1-metre precision cable with the cable to be tested.

(5) Switch back the OUTPUT ATTENUATOR control until the displayed trace is again at line 10.

The difference in the OUTPUT ATTENUATOR settings is equal to the cable attenuation at the adjusted frequency or, as the case may be, at the adjusted frequency range. Since the calibrated attenuator can be adjusted in 1-dB steps, a high measuring accuracy can be obtained.

In modern cables completely filled with dielectric material, the mechanical length is shorter than the electrical length by a factor k as calculated from the relative dielectric constant (see paragraph 3.12.3).

$$k = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}$$

ε = relative dielectric constant

3.12.5 Determining the Homogeneity

For example in the production of cables, it is possible to check the homogeneity of a cable if a piece of cable as long as possible is connected to the RF OUTPUT of the POLYSKOP and terminated with its characteristic impedance using a precision terminating resistor. Cables that are not homogeneous produce standing waves which manifest themselves as input impedance variations. The first impedance minimum or maximum at the lowest frequency f_1 permits the point of reflection or discontinuity to be rapidly located.

3.12.6 Measuring with a Mismatched Cable (matching, reflection coefficient)

The POLYSKOP is suitable for the following measurements in conjunction with a long high-quality reference cable available as an accessory with characteristic impedances of 50 or 60 Ω, respectively.

360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

(a) Measuring the input impedance of filters, amplifiers, receivers, etc. and compensating for mismatch.

(b) Measuring the reflection coefficient.

(c) Testing of cable connections.

(d) Antenna matching measurements.

(The characteristic impedance Z_o of the reference cable does not necessarily have to be equal to the source impedance of the POLYSKOP. See paragraph 3.12.2).

If a high quality cable is connected to the output voltage of the POLYSKOP and terminated with its characteristic impedance, the output voltage E_{out} shows very small variations throughout the frequency sweep. If the cable is terminated with the input impedance of a test item, the voltage E_{out} varies with frequency, indicating the degree of mismatch. In the frequency range with the best matching, the E_{out} variations are at a minimum. Outside of the range of compensation, the E_{out} variations, hereafter referred to as E_{out} undulations, increase (Fig. 10).

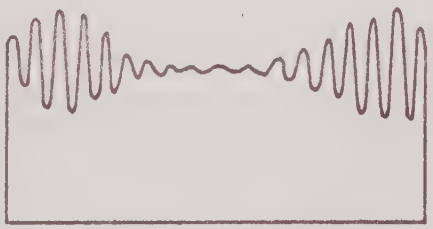


Fig. 10

The magnitude of the voltage undulations of E_{out} is a direct measure of the degree of mismatch or the resulting reflection coefficient.

The simplest method for calculating the reflection coefficient is by measuring the amplitude of the E_{out} voltage undulations at the cable input when the cable is open-ended and when connected to the test item.

The amplitude of the undulations with the cable open-ended be A_1, the amplitude with the test item connected, A_2. The reflection coefficient is then

$$r = \frac{A_2}{A_1}$$

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

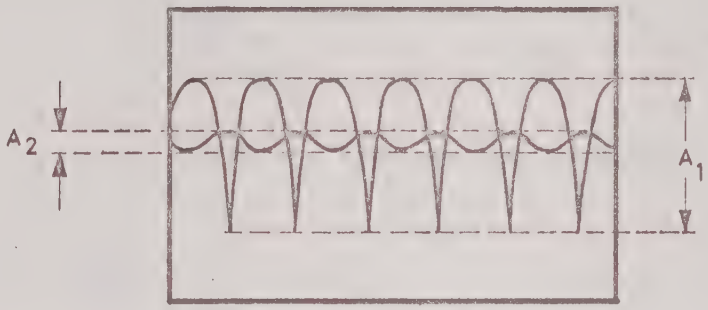


Fig. 11

(When making these measurements, the OUTPUT ATTENUATOR must be switched to the "-10 DB" position)

These measurements have the advantage that the attenuation of the reference cable has no effect on the measuring accuracy. The disadvantage lies in the fact that, due to the non-linearity of the built-in diode rectifier of the POLYSKOP, the amplitude relationship measured is too high, i.e. the calculated reflection coefficient is too small.

A higher measuring accuracy may be obtained in the following manner:

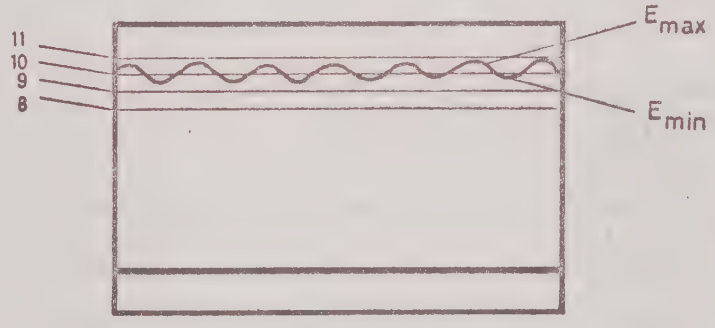


Fig. 12

The maximum and minimum voltages E_{max} and E_{min} displayed on the POLYSKOP represent the transformation of the terminating resistance to the input of the cable. Either E_{max} or E_{min} may be used to calculate the mismatch or the reflection coefficient. The cable maximum and minimum input impedances Z_{max} and Z_{min}, which are purely resistive, are calculated from the fact that the signal generator EMF E_o is divided between the generator source resistance R_i and the cable input impedance in a simple ohmic relationship.

360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

The resulting equations are

$$Z_{max} = R_i \frac{E_{max}}{E_o - E_{max}} \quad \text{or} \quad Z_{min} = R_i \frac{E_{min}}{E_o - E_{min}} \quad (\Omega)$$

From the value of Z_{max} or Z_{min}, the reflection coefficient r_2 may be calculated.

$$r_2 = \left| \frac{Z-R_i}{Z+R_i} \right| \qquad Z = Z_{max} \text{ or } Z_{min}$$

For fast measurements with the POLYSKOP, the above equations are changed into another form as follows:

We adjust the POLYSKOP so that the undulations of the E_{out} curve lie symmetrical to the line 10 on the POLYSKOP graticule. From the maximum value of the indicated voltage E_{max} or the minimum value E_{min}, we are able to calculate Z_{max} and Z_{min}. The value of the signal generator EMF (E_o) is important for the calculation. The scale value may be taken as 20 for the case where the cable impedance Z_o matches the POLYSKOP source resistance R_i. Since this is not always the case because we want to measure different types of cables, a tabulation is given of the E_o scale values for each impedance combination between the POLYSKOP and the reference cable.

		Source Impedance of POLYSKOP (Ω)	
		50	60
Cable Z_o (Ω)	50	20	22
	60	18.3	20
	75	16.7	18
	150	13.3	14
		E_o Scale Value	

For other cables, the following formula may be used to calculate the E_o scale value:

$$E_o = \frac{10\,(R_i + Z_o)}{Z_o}$$

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

From the measured value of E_{max} obtained from the POLYSKOP graticule, say 10.7, we calculate Z_{max}

$$Z_{max} = \frac{E_{max}}{E_o - E_{max}} R_i \qquad \left[\text{e.g. } Z_{max} = \frac{10.7}{20 - 10.7} 60 = 69\ \Omega \right]$$

In the same manner, we may calculate Z_{min}. From the value of Z_{max} we may calculate the reflection coefficient r.

$$r = \frac{Z_{max} - Z_o}{Z_{max} + Z_o} \qquad \left[\text{e.g. } r = \frac{69 - 60}{69 + 60} = 0.07 = 7\% \right]$$

The above calculations give results as long as the reflection coefficient lies under 20% and the reference cable attenuation at the frequency of measurement may still be neglected.

For example, if we measure 40 metres of precision cable at 200 Mc, we must take into account that the RF voltage reflected from the end of the cable reaches the cable input at a lower value because of the cable attenuation. For instance, in the example of paragraph 3.12.4 where the cable attenuation was found to be 3 dB at 200 Mc, the E_{out} undulations produced by the reflected voltage would be reduced by 2 x 3 = 6 dB, or to one-half of the value obtained from a cable with no attenuation. In the above numerical example, the displayed undulations would vary twice as far from the reference line 10, i.e. from 10.7 to 11.4, if the cable under test had no attenuation.

$$Z_{max} \text{ then equals } \frac{11.4}{20 - 11.4} 60 = 80\ \Omega$$

$$\text{so that } r_2 = \frac{80 - 60}{80 + 60} = 0.14 = 14\%$$

Here we see that the true reflection coefficient of a cable with 2 x 3 = 6 dB attenuation actually is greater by a factor of 2.

3.12.7 Determining the Phase Angle of the Reflection Coefficient

The phase angle φ of the reflection coefficient can be determined with fairly good accuracy. To make this measurement, the cable is first driven open-ended. The frequency difference of two minima f_1 is measured. The test item is then connected and the entire curve of maxima and minima is

displaced. The frequency displacement of the same minimum point is designated as f_2. From the two values f_1 and f_2, we may calculate the phase angle of the reflection coefficient.

$$\varphi = 2\pi \frac{f_2}{f_1}$$

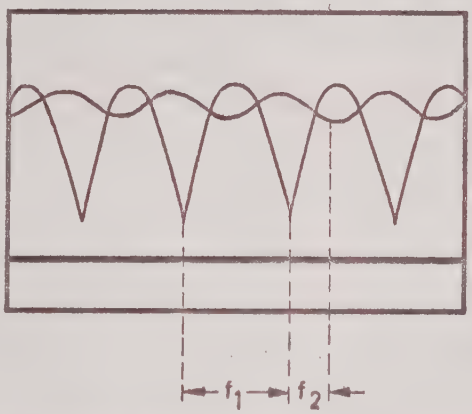


Fig. 13

To obtain a more accurate measurement of the frequency, a well-calibrated signal generator is used. The frequency sweep is decreased far enough to allow a good measurement of the minima to be made with sufficient accuracy.

3.12.8 Possibilities of Measuring Error

A measurement of the input impedance of a test item is only possible when the test item is connected to a cable of sufficient length. At least two maxima or minima must appear in the display. If this is not the case, it is obvious that no definite value of input impedance could be measured that had any relationship to the actual value.

Let us suppose, for example, that a test item is connected to the POLYSKOP with a cable of 1 metre in length. With the cable short-circuited, the first maximum appears at about 50 Mc. Depending upon the frequency at which we measure, the input impedance varies between zero and infinity (Fig. 14). Measurement may begin only after at least two maxima and minima are displayed, whereas the accuracy becomes greater the more minima and maxima are displayed in the frequency range in which we are interested.

50; 50 x 100 s; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

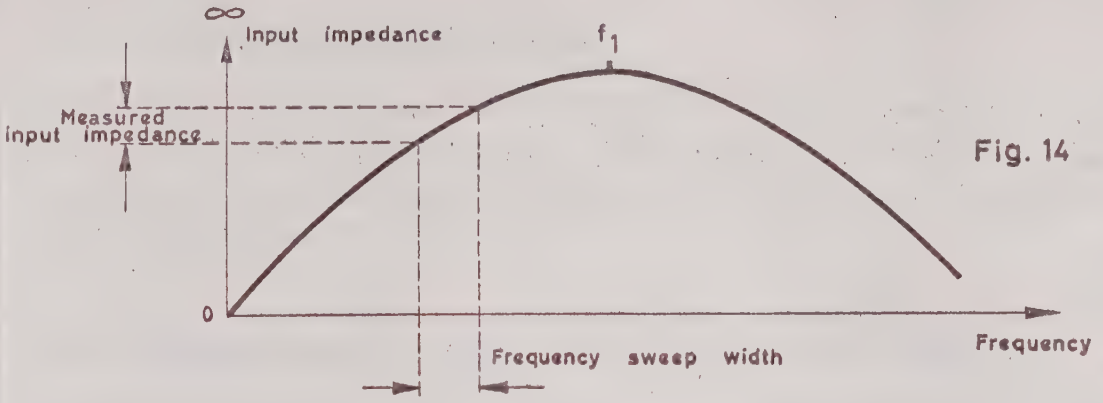


Fig. 14

A mismatch of around 30% may react upon the EMF control circuit of the POLYSKOP and cause a measuring error. Always check the EMF in this case to see that the control circuit is not being influenced. When the OUTPUT ATTENUATOR is in a position greater than "-10 dB", there is no influence upon the EMF control circuit even with mismatches up to 100%.

Low level input stages can be easily overdriven with an excessive input voltage which gives the same indication as a heavy mismatch. For this type of measurement, it is advisable to set the OUTPUT ATTENUATOR in the position "-20 dB". In this case, 50 mv_{rms} are applied to the test item, thus causing no danger of overdriving.

0360: 50 x 100 S) ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

4. How to Avoid Measuring Errors

The possibilities of measuring errors have been pointed out in connection with various application examples. The important points are brought together once again to form a compilation of rules to be observed when using the POLYSKOP.

4.1 Measuring Errors Caused by Using an Excessive Sweep Width

Inherent in the automatic frequency sweep of the POLYSKOP is the relatively short time that the measuring frequency dwells in the pass-band of the test item. When measuring test items with very small bandwidths or when the frequency sweep width is quite large, the dwell time is so short that the test object cannot give its full amplitude response. In this case the bandwidth as well as the resonant frequency of the test item is not correctly measured. The simplest test to see if the test item is responding with full amplitude is to reduce the sweep width. If no change is observed in the height of the amplitude display or in the position of the resonant frequency on the frequency scale, you may be certain that there is no measuring error. For details on the problem of resolving high Q resonant circuits and sharp cut-off filter responses, please read under section 9., and particularly paragraph 9.5.

4.2 Overdriving the Test Item

Always make certain that the POLYSKOP output voltage does not exceed the maximum permissible input voltage of the test item. By overdriving, the frequency response is distorted and measuring errors are possible.

4.3 Measuring Errors Caused by Distortion

The response of video amplifiers, low-pass filters and low Q band-pass filters can be measured with an accuracy that is limited by the distortion created in the POLYSKOP. The measuring errors produced may be held small when the measured voltage applied to the RF diode probe or RF INPUT is as high as possible with peak-responsive rectification still being assured. Steps up to 10% in the frequency response at one half of the limit frequency of the test item can be caused by the inherent distortion of about 5%. Distortion may be caused to even a greater extent by the test item itself when dealing with a c t i v e four-terminal networks.

0360; 60 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

4.4 Hum and RF Pickup

You must always be careful that a good earth connection is made between the test item and the shell of the diode probe. At the higher frequencies, under no circumstances use a thin, long conductor for earth connections. No changes in indication should be permitted when the diode probe is moved about. Also in other measurements, no fluctuations in indication should be tolerated when the test setup instruments and cables are moved. Often, it is necessary to free all pieces of equipment in the test setup from earth connections except the POLYSKOP. Especially sensitive in this respect are test items with high amplification and undefined RF earth conditions.

If the test item already contains a rectifier circuit, whose output is to be measured on the POLYSKOP, measuring errors may be caused by hum pickup. This hum synchronized with the AC supply frequency is recognized by a shifting of the displayed response curve as the centre frequency is varied. A distortion in the form of the displayed curve is a sure indication of hum pickup.

4.5 Measuring Errors Caused by Overdriving the Vertical Deflection Amplifier

Care should be taken that the displayed curve projects at no point above the upper limit of the picture-tube screen since indication errors are caused by overdriving the vertical-deflection amplifier. If the right side of the display is moved below the 0-reference line when the Y-deflection amplifier gain is increased (control (20) or (21), Fig. 5), this is a sure indication of overdriving. When using dual display, the overdriving of one amplifier disturbs the indication of the other amplifier.

When switching the selector switch (18) or (19), for example, from a position for diode probe measurements to the position "EMF" where a large change in amplitude takes place, the Y-deflection amplifier can be so overdriven that it takes a few seconds before the amplifier valves re-establish their operating points. In such cases it is advisable to turn the appropriate gain control back to zero, wait a few seconds and then slowly increase the gain to the desired value.

4.6 Measuring Errors Caused by Oscillator Pickup

If the output of the POLYSKOP is fed into the mixer stage of a receiver, it is possible that the receiver oscillator voltage may be coupled into the POLYSKOP output circuit and affect the EMF control circuit or the E_{out} response indications. The effect on the EMF control circuit is reduced by switching in more attenuation. It is very difficult to prevent the E_{out} response from being affected in such cases; the other circuits of the POLYSKOP are not influenced.

4.7 The POLYSKOP is not Suitable for the Following Measurements

(a) Measurements on test items whose amplitude rises from 10% to 100% within less than 20 kc; for example, crystal filters or multistage narrow-band IF amplifiers.

(b) Measurements with sweep widths less than 400 kc.

(c) The POLYSKOP is no spectrum analyzer. It cannot be used as a selective amplifier to measure the spectral energy distribution in definite bands without special accessories.

(d) The POLYSKOP is no frequency measuring device of the highest accuracy. For particulars on the obtainable accuracy in frequency measurements, please read paragraph 3.8.

(e) The POLYSKOP is no impedance measuring device in the exact sense of the word. For determining impedances with respect to absolute value and phase, the ROHDE & SCHWARZ Z-g Diagraph Type ZDU or ZDD is recommended. To make impedance matching measurements of limited accuracy with the POLYSKOP, please read paragraph 3.12.

(f) No stable frequency can be taken from the POLYSKOP. Even when the sweep-width control is completely turned back, a frequency sweep of approx. 50 kc still remains, plus a slow frequency drift caused by fluctuations in the operating voltages.

360: 50 x 100 S; _ ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Index to the Circuit Description of the POLYSKOP

5.1 Signal Generator Section

Page

Sweep oscillator 160
Sweep linearization 162
Band 0.5 to 50 Mc 162
Band 400 to 1200 Mc 163
Output attenuator 163
E_{out} indication 163
RF control circuit 163
Amplifier for AC variations 164
EMF indication 164
Signal generator source resistance 164
Frequency sweep 167
Horizontal beam deflection 167
Keying off 167
Generation of keying voltage 167

5.2 Display Section

RF input 168
Vertical-deflection amplifier inputs 168
Selectable polarity 169
Electronic switching 169
Clamping circuit 169
Negative deflection current 170
Clamping circuit 170
DC amplifier 171
Electronic switching 171
Generation of switch-over pulses 172
Electronic switching 172

5.3 The Marker Generator

Generation of the fundamental frequencies 173
Harmonic generation 173
Marker mixing 173
Marker amplification 173

5.4 Power Supply

Page

Heating 173
RF generator heating 174
Stabilized heater circuit 174
Anode supply voltage 174
HT voltage 174
High Voltage 174
Negative voltage 179
Blower 179

5. Circuit Description

The POLYSKOP Type SWOB is a wide-sweep signal generator containing a dual-display oscilloscope. The sweep of the signal generator and the horizontal deflection of the oscilloscope occur at the same alternating current rate. They are connected to the AC supply frequency which establishes the fixed phase relationship. The frequency-dependent quantity under test, mostly the amplitude response, is used to drive a vertical deflection amplifier.

The POLYSKOP mainly consists of four sections:

(1) Signal generator section

(2) Vertical deflection amplifiers with picture tube

(3) Marker generator,

(4) Power supply

5.1 Signal Generator Section

Sweep oscillator

The signal generator section of the POLYSKOP contains six frequency ranges:

0.5	to	50 Mc
50	to	100 Mc
100	to	200 Mc
200	to	300 Mc
300	to	400 Mc
400	to	1200 Mc

The RF voltages are produced in single-stage oscillators except in the 0.5 to 50 Mc and 400 to 1200 Mc bands. Each frequency range is covered by a separate oscillator (R86 and R87). Band switching is brought about by applying the anode supply voltage to the appropriate oscillator valve and feeding its RF voltage to the output of the set via a switch (S3.V). The oscillators function in a Colpitts circuit using the valve anode-grid capacitance. The tank circuit inductance contains a small ferrite-rod core placed between the pole shoes of an AC electromagnet. The ferrite-rod core is magnetized since it lies in the path of flux produced by the "driver coil" of the electro-

ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

magnet. The permeability of the ferrite core is thereby changed causing the frequency of the oscillator to be changed. Depending upon the frequency range, the frequency can be varied up to 100 Mc in this manner.

Sweep oscillator

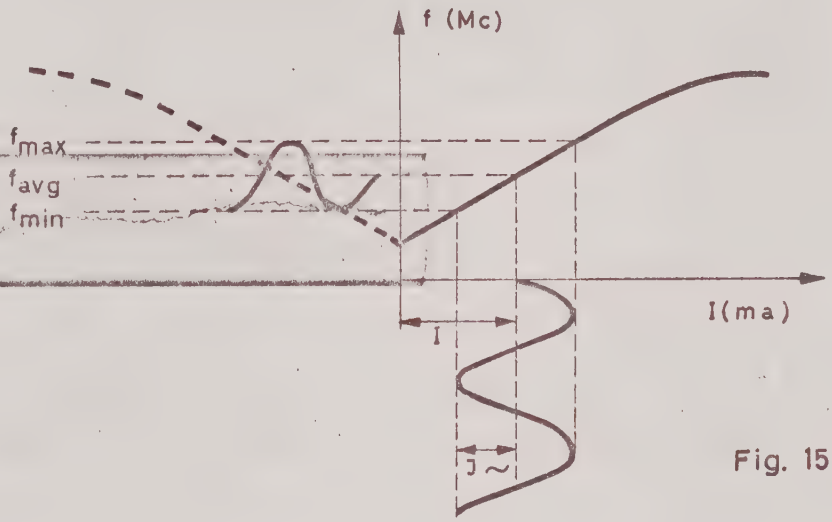


Fig. 15

As can be seen in Fig. 15, the relationship between the magnetizing current and the frequency is not linear. While the frequency change is rather linear with small DC currents, the curve flattens out as the DC current is increased. By varying the average DC current, the centre frequency can be placed anywhere within the entire range. By superimposing an alternating current upon the direct current, a frequency sweep is produced at the AC rate. The maximum obtainable sweep width (governed by the 0 and maximum DC current) cannot be exceeded (Fig. 16) even if the attempt is made with full sweep width to displace the centre frequency from the range mid-position to a higher or lower frequency.

The smaller the sweep width, the farther the centre frequency can be varied from its mid-range position. With extremely small sweep widths, a variation of the centre frequency over the entire range would be possible.

ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

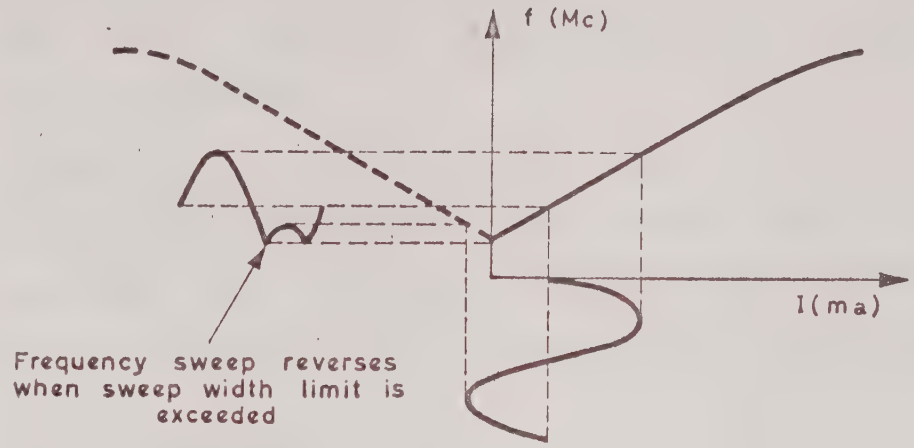


Fig. 16

Sweep linearization

In order to obtain a scale linearly proportional to the frequency, a linearizing circuit is provided. The driver coils for each range lie in the anode circuit of valve R89. The transconductance curve is distorted in such a manner through the use of a voltage-dependent feedback in the cathode circuit that the frequency versus grid-voltage variation is practically linear. Two voltage-dependent resistors are used as non-linear elements whose effectiveness is regulated by series-connected resistors. The sine-wave sweep voltage is obtained from a resistor that lies in series with the horizontal deflection coils. A strictly linear relationship between the sweep width and the deflection of the electron beam is thereby guaranteed. In order to suppress the drifting of the centre frequency when using small sweep widths, the valve R89 is heated from a stabilized 6.3 v direct-current supply.

Band 0.5 to 50 Mc

The RF voltage of the first range, 0.5 to 50 Mc, is not directly produced but through mixing. The RF voltage of the swept oscillator (valve R87 L) operating in the range from 200 to 300 Mc is mixed with the output voltage of a 220 Mc fixed-frequency oscillator. The fixed-frequency oscillator (R81) is designed as a push-pull circuit in order to suppress the second harmonics. The difference frequency appearing at the mixing diode is

$$\begin{array}{r} 220 \text{ to } 280 \text{ Mc} \\ -\ 220 \text{ to } 220 \text{ Mc} \\ \hline 0 \text{ to } 60 \text{ Mc} \end{array}$$

60; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

The difference frequency is amplified by a four-stage wide-band amplifier (R82 to R85) and then delivered to the RF output of the POLYSKOP.

Band 400 to 1200 Mc

In the range 400 to 1200 Mc, the RF signal is produced in a single-stage coaxial resonator whose resonant frequency is varied by a plunger. Mechanical variation of the resonator capacitance causes the frequency to be changed as a function of resonance adjustment thus rendering possible the sweeping of the oscillator.

Output attenuator

Two resistive divider networks are located just before the RF output. One is switchable in 10-dB steps from 0 to -60 dB; the other in 1-dB steps from 0 to -10 dB.

E_{out} indication

A rectifier circuit (G18) is connected directly in the RF output. The rectified RF output voltage response can be viewed on the picture tube. (Selector switch for Y_1 or Y_2 in the position E_{out}.)

RF control circuit

Since the oscillators have a rather large amplitude response (up to 30%) as they are swept across their frequency range, it is necessary to hold the output voltage constant by means of a control circuit. This control circuit operates in the following manner: (see Fig. 17)

The RF voltage is rectified by G1401 just ahead of the calibrated output attenuator. The rectified voltage is applied to the control grid of valve R810 R (ECC 81). This section operates as cathode-follower type impedance transformer for transistor T4 where the control voltage is amplified by the factor of 4 and applied to the grid of R812 (EF 86). The anode of R812 connects to the grid of the power valve R811 (EL 95). This valve is located in the anode supply circuit of the selected sweep oscillator. The cathode of R812 obtains a stable bias via a Zener diode (G116). As long as G1401 produces no voltage, the voltage drop across R99 caused by the quiescent current of the transistor T4 is so small that R812 is non-conductive. In this condition, there is no voltage drop across R96; the grid of R811 becomes positive and R811 offers a low impedance. The sweep oscillator thus obtains high anode voltage and operates with

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

a high amplitude G1401 now produces a positive voltage which with sufficient amplification is fed to the grid of R812. R812 draws anode current. The anode voltage of R812 drops, thereby decreasing the bias voltage of R811. The valve R811 increases its DC anode resistance and the anode voltage of the sweep oscillator drops. The anode voltage and the RF voltage balance out to equilibrium. Any change of the RF voltage level is compensated through the control amplifier by changing the anode voltage to the sweep oscillator so that the original RF voltage change is opposed (backward regulation). An error signal is necessary for the functioning of the control circuit amplifier. This error signal may be smaller the higher the gain of the control circuit amplifier. The control amplifier gain is determined solely by R812 and T4 since R811 operates as a cathode follower having a gain less than 1.

Amplifier for AC variations

In order to change R811 into a normal amplifier for fast changes (AC variations), the anode load resistance R96 of R812 is tapped and via C41 (4 µf) connected to the cathode of R811. The amplifier stage R811 then has a gain of approx. 10 for AC variations. A prerequisite for the faultless operation of this circuit is that the anode resistance of R812 is so high as to make the anode current through R96 independent of the anode voltage of R812. This requirement is reasonably satisfied with an anode resistance of 2 MΩ. The control amplifier compensates for slow changes of RF voltage level (for instance when frequency bands are changed) with much less accuracy than for the fast variations encountered in frequency sweeping.

EMF indication

To check the operation of the control amplifier, the voltage output response of G1401 can be viewed with the Y_2 selector switch placed in the position "EMF".

Signal generator source resistance

The control amplifier not only compensates for the RF voltage level variations caused by amplitude response, AC supply variations, band switching, etc. (internal causes), but also for those which are caused by load variations. In other words, the internal resistance is very low (almost zero) as a result of the control circuit. The output impedance (60 Ω) matching the characteristic of the load is obtained with a suitable voltage divider.

0360; 50 x 100 8; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Rö 10
ECC 81
Keying pulse

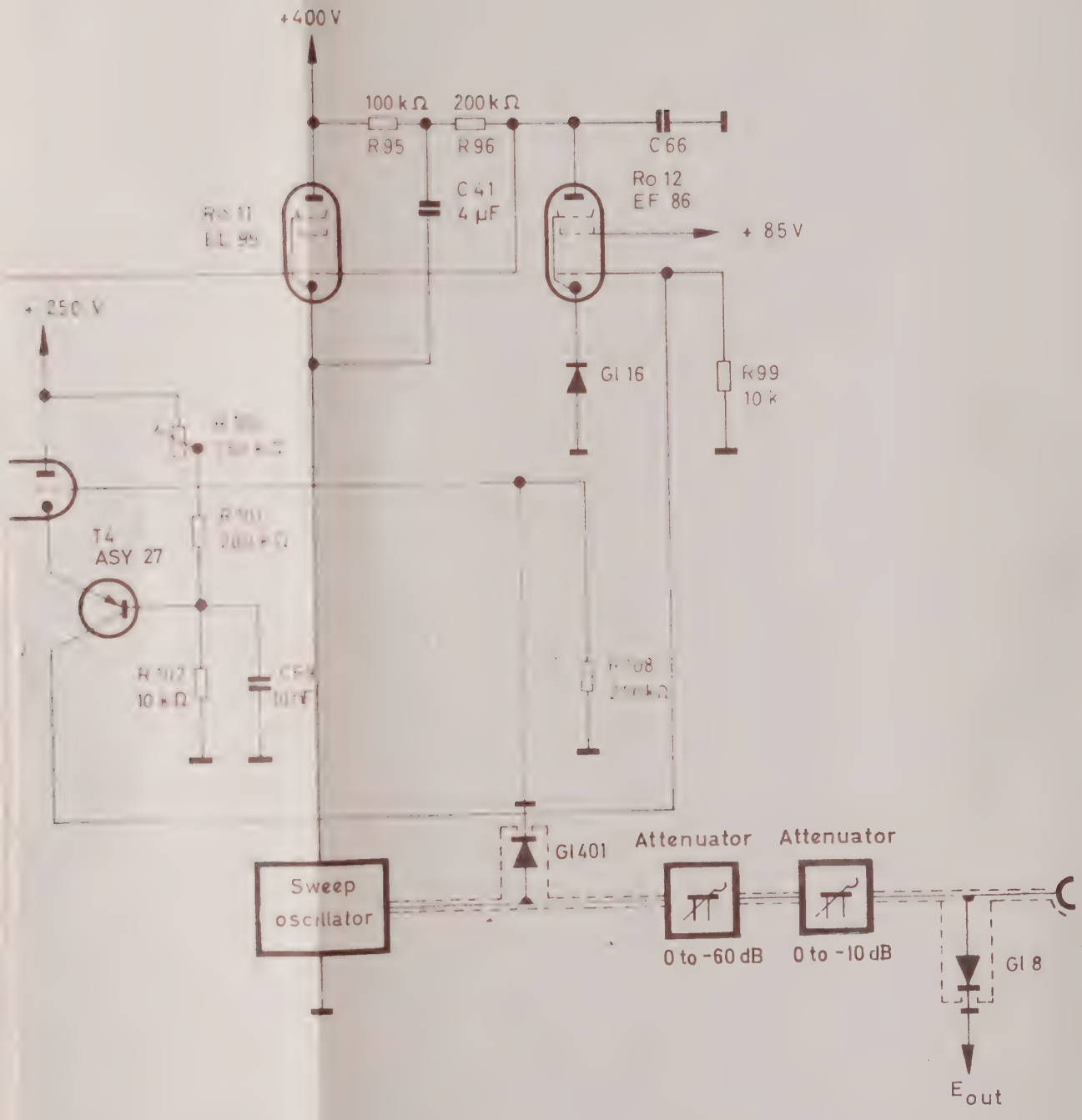


Fig. 17 Control Amplifier and Keying Circuit in POLYSKOP II

Frequency sweep

The frequency sweep, horizontal deflection and oscillator keying are all synchronized to the AC supply frequency in such a way that an increase in frequency of the sweep oscillator corresponds to a horizontal beam deflection from left to right on the screen of the picture tube. The frequency at any instant correponds to a definite position of the beam in the horizontal direction. Switch S8 (at the rear) permits the direction of the frequency sweep to be changed so that the POLYSKOP can be used in conjunction with the SELEKTOMAT (Type USWV). For details refer to the instruction book of the SELEKTOMAT. During the flyback of the beam and frequency, the oscillator is keyed off in order to give a 0-reference line in the pattern. The oscillator must be keyed off at the maximum frequency point when the beam is in the farthest position to the right in the display. The oscillator is cut in again at the lowest frequency point to the left in the display. A square-wave voltage is necessary for keying the oscillator. The edges of the square-wave coincide with the maxima and minima of the AC supply voltage.

Horizontal beam deflection

Keying off

Generation of keying voltage

The keying voltage is produced in the POLYSKOP by limiting the sine-wave voltage delivered from transformer Tr2. Since due to the limiting action the edges of the square wave coincide with the zero voltage points of the sine wave, the sine-wave voltage must be changed in phase by 90 degrees before limiting in order to obtain the desired phase relationship. The 90-degree phase shift is produced in the phase-shift network R62, C49. The sine-wave voltage is square-wave limited in the left section of R810, whose cathode lies at -85 v and whose anode is connected to the grid of the control valve R811. During the forward frequency sweep, R810 L is cut off and R811 can function normally. During the return sweep, R810 L is conducting, which drops the anode voltage to a low value (about 30 to 40 v) because of the high anode load resistance (R96 = 200 kΩ). Since the cathode of R810 L lies at -85 v, the anode of R810 L has a potential of about -40 to -50 v with respect to earth. The anode of R810 L is connected to the grid of R811, which gives them the same potential. R811 is thereby fully cut off and the sweep oscillator stops oscillating.

0; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

5.2 Display Section

The display section has the purpose of displaying the amplitude response of various test items as a function of the sweep oscillator frequency. RF signals must be changed into their proportional DC values before they can be displayed. It is therefore necessary to have additional equipment for measuring reflection coefficients, response curves, etc. which produce DC voltages by simple rectification.

RF input

For this purpose, the RF terminated measuring head is provided. The RF signal, which has passed through the test item, is passed on to the terminated measuring head and may be displayed by placing the Y_1 selector switch in the position "RF".

Vertical-deflection amplifier inputs

For signals that are already rectified in the test item (for example, the demodulator of a receiver or a diode probe), separate vertical-deflection amplifier inputs are provided. Since the demodulated signal of a test item may be either positive or negative, the polarity of the vertical-deflection amplifier inputs may be selected for either positive or negative signals so that an upright picture may always be presented. In order to have the possibility of observing two voltage variables simultaneously, the double-channel vertical deflection amplifier system is provided with an electronic switch.

The vertical-deflection amplifiers must have a few special characteristics not found in normal oscilloscope amplifiers. When tracing a linear frequency response curve, the input voltage to the amplifier is a constant value during the forward trace and zero during the return trace. The forward and the return trace each lasts 10 msec. The amplifier must then be able to handle a square wave at the AC supply frequency without any noticeable sag. The lower limit frequency must be extremely low (approx. 0.2 cps). The time constants of the coupling circuits lie at 1 sec and even higher. A voltage stabilizer cell ("Neumannzelle") is connected as a cathode resistor to provide the bias voltage for the first stage. This cell has an equivalent capacitance of 40,000 µf. The screen-grid voltage is produced by a relatively low-resistance divider network that uses no bypassing.

0360: 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Selectable polarity

The next stage (R821 and R815 Type ECC 81) is a phase splitter that produces two signals of opposite polarity. The polarity may be selected by means of relay RLS 6 and RLS 7, respectively. The following stage is again a double triode with a common cathode. In the left section, the signal is amplified; the right section serves as cathode follower for the switch-over pulse in dual-beam operation. Up to this stage, both channels Y_1 and Y_2 are identically constructed. The electronic switching in dual-beam operation is accomplished by R822 and R816. The anodes of the left sections of these valves are connected together and have a common anode load resistor. The grids of the right sections are each connected to one of the switch-over pulses delivered from a bistable multivibrator (R823). In normal oscilloscopes, the vertical-deflection amplifier is usually designed as an AC amplifier which is fully adequate for displaying symmetrical signals. The situation is different in the case of oscilloscopes designed to display the response curves obtained by the sweep frequency method. Not including exceptions (discriminator curves), the oscillograph pattern is displayed to one side of the 0-reference line, i.e. the signal is not symmetrical and contains a DC component. If the DC component is not passed through the amplifier, the 0-reference line has a position that is dependent upon the content of the signal displayed. For example, if during an alignment procedure the height or width of the displayed response curve changes, the 0-reference line is displaced vertically. This is very disturbing when trying to evaluate a displayed quantity on a graticule.

Electronic switching

Clamping circuit

In order to avoid this disadvantage, a symmetrical clamping circuit is used which is keyed in synchronism with the sweep frequency. During the flyback period, the resulting 0-reference line is held exactly to a definite voltage level. R817 (Type EAA 91) serves as the clamping diode. After the signal is clamped, it cannot be permitted to pass through any more RC-coupling networks. For this reason, the last two stages are designed as a DC amplifier (R818 L and R819). The vertical deflection coils L32 lie in the anode circuit of R819 (Type EL 84).

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Negative deflection current

Since the anode current flows only in one direction in a valve, it is possible to deflect an electron beam only in one direction from the picture-tube middle. In order to utilize the entire screen for the display, a current is passed through the deflection coils that has the opposite direction to the current passing through the valve R819. This current is fed in through R164 and L42 and deflects the beam somewhat over the lower edge of the screen. In this manner the beam may be deflected over the entire picture-tube screen with the anode current of R819. The current for the negative deflection of the beam is supplied from the unstabilized HT voltage of the electronically stabilized power supply (approx. 400 v). This voltage is naturally subject to AC supply voltage variations, which affects the negative deflection current. The picture-tube pattern would be displaced in the vertical direction with AC supply voltage variations. In order to eliminate this undesirable effect, a small additional current is brought over from the HT voltage through R188 and fed into the anode circuit of R818. Any change in the HT voltage causes a change of operating point, thus changing the anode current of R819 which counteracts any change in the negative deflection current.

Clamping circuit

Clamping circuit and electronic switch.
As already mentioned, the clamping circuit serves to fix the 0-reference voltage level. The circuit operates in synchronism with the frequency sweep and is controlled by the oscillator keying voltage. A suitable pulse of adjustable duty cycle is produced in R825 from the same voltage which produces the keying pulse in R810 L. The cathode of R825 R has negative potential, its anode is connected to the grid of R825 L whose anode circuit resistance is made up of two equal resistors; one connected to the anode, the other to the cathode. The keying pulse brings R825 R into conduction. Because of the high anode load resistance, the anode voltage drops to a low value (approx. 30 v). Since the cathode lies at -85 v, the anode of R825 R drops to about -50 v with respect to earth. The grid of R825 L also has the same potential of -50 v which drives it into cutoff. The anode voltage of R825 L rises toward 250 v and the cathode voltage drops to earth or 0 v. When the keying voltage

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

is removed (during the forward sweep), R825 R is cut off. The grid of R825 L rises to the anode supply potential through the anode load resistor R194. R825 L conducts. Two square-wave voltages of opposite phase are available at R825 L, which are in phase with the keying voltage. These square-wave voltages are applied to the series-connected diodes in R817 through capacitors C83 and C84. The diodes rectify the square-waves; a pulsating DC voltage is created across potentiometer R168. The phase relationship is so chosen that the diodes are conducting when the sweep oscillator is cut off during the flyback. Since the diode forward resistance is quite low, all of the electrodes of the duo-diode have practically the same voltage level, namely the level adjusted at R167 which is applied to the arm of potentiometer R168. Any difference in diode characteristics can be compensated with R168. The point of common connection between the diodes is connected to the input grid of the DC amplifier (R818 L). During the clamping action, this grid is connected to the voltage level adjusted at R167 through the low resistance of the conducting diodes. The grid has thereby a definitely fixed potential during the flyback giving a definite position to the 0-reference line on the picture tube. During the forward sweep or trace, the diodes are cut off so that the grid of R818 L can be driven by the signal without being influenced by the diode circuit. Since there is no grid resistor, a coupling capacitor (C82) of 1000 pf is sufficient in spite of the extremely low limit frequency. A grid resistor is not necessary since wandering of the grid potential is not possible as a result of the clamping action.

DC amplifier

In dual-beam operation, the two signals delivered by the amplifier are alternately switched in so that the signals are displayed every other frequency sweep. This is noticeable in the display by a decrease in brightness accompanied with flicker. The switch-over from one channel to the other is always accomplished at the end of the forward sweep. The clamping circuit then has sufficient time (10 msec) to charge the coupling capacitor C82 to the 0-reference level of the other signal. The switch-overs occur at 1/2 the AC supply frequency.

Electronic switching

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Generation of switch-over pulses

The switch-over pulses are produced in the following manner: The clamping pulses are taken from the cathode of R825 L and coupled to the grid of R824 R through capacitor C94. In valve R824, the pulses are amplified and limited. The square-wave pulses are differentiated with the RC network of C99-R207 and fed to R824 L. R824 L is normally cut off by the negative voltage obtained from the voltage divider R206-R207. Only the positive peaks of the differentiated square-wave cause the valve to conduct and produce a negative needle pulse across the anode resistor R208. Since the anode voltage of the bistable multivibrator R823 is taken from the anode of R824 L, the multivibrator is triggered. The bistable multivibrator (flip-flop) has two stable conditions, i.e. one valve section is conducting while the other is cut off. The system changes from one stable condition to the other with every trigger pulse. The circuit is so designed that at the point between R165 and R199 the voltage varies between -15 v and +50 v with respect to earth. At the point between R197 and R200, the same voltages appear, but with opposite polarity. R816 R and R822 R are both driven with these voltages. For example, if the grid of R822 R lies at -15 v, this section is cut off and R822 L can operate as a normal AF amplifier. If the grid lies at +50 v, R822 R conducts a heavy anode current and its cathode potential rises to about +55 v. The cathodes of both sections of R822 are connected together, therefore R822 L has a bias voltage of approx. -50 v (grid voltage to earth, about +8 v). This cuts the valve off even for signals with large amplitudes. The same is true for the functioning of R816. The input signals are alternately delivered to the common anode load resistor R138. If one of the amplifier channels is shut off, the electronic switch becomes superfluous. One of the cathodes of R823 is switched open so that the appropriate system is not conducting and the multivibrator does not respond to the trigger pulses. The unused channel remains cut out of operation. The cathodes of R823 and R824 are connected in pairs so that when one cathode of R823 is switched open, so is one of the cathodes of R824. In this manner, the trigger itself, which is bothersome in single channel operation, is also switched off.

Electronic switching

0360; 60 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

ductors, from winding 3-4, with the filament circuit being earthed through one conductor. The cathodes of valves Rö11, Rö30 and Rö31 have a high DC potential over earth. These valves are supplied from a separate filament winding 1-2 which is not fixed at any potential. However, due to small currents through the cathode-filament insulation, the filament winding approaches the cathode potentials.

RF generator heating

The RF generator valves Rö6, Rö7 and Rö9 are heated from a stabilized DC supply to increase the valve life and provide a higher stability. Approximately 12 v are obtained from the bridge-rectifier G113 which is connected to winding 15-16 of Tr1. This voltage is fed to a transistor stabilizing network comprising T1, T2 and T3. The reference voltage for the voltage stabilization is provided by a Zener or breakdown diode G114. The adjustment of the heater voltage to 6.3 v is made with potentiometer R258.

Stabilized heater circuit

Anode supply voltage

The anode supply voltage (approx. 205 v) of the valves in the signal generator section and marker generator is not stabilized. This voltage is provided by G15-C61-L30-C62. Stabilization is not necessary since the EMF control circuit holds the RF output voltage constant anyway.

The anode voltage of the display section (250 v) is electronically stabilized by the circuit containing Rö30, Rö31, Rö32 and Rö33. The stabilizer network only compensates variations in the output voltage; therefore, only the output voltage needs to be adjusted.

HT-voltage

The HT voltage (approx. 400 v) feeding the regulator circuit is supplied through the bridge-rectifier G14. The negative sides of the filter capacitors are not earthed, but connected to corresponding points on the plus side of the 205-v anode voltage supply. By this means, normal electrolytic capacitors with a working voltage of 250 v may be used in spite of the 400-v HT voltage.

High voltage

The high voltage for the picture tube (approx. 6 kv) is produced by a voltage-doubler circuit using cartridge-type selen-

5.3 The Marker Generator

The marker generator is used for frequency orientation when evaluating an oscillogram. 1-, 10- and 50-Mc markers may be selected.

Generation of the fundamental frequencies

The crystal oscillator with R826 L is connected in a Colpitts circuit which generates a 1-Mc and a 10-Mc fundamental frequency. The crystals are changed by relay RLS 4. The generated oscillations are amplified in R826 R, whose anode circuit is switched between a 1-Mc and a 10-Mc tuned circuit. The 10-Mc circuit contains no special capacitor, the valve and wiring capacitances being used.

Harmonic generation

The oscillator with R826 R is switched over to a Colpitts oscillator generating a 50-Mc frequency by means of relay RLS 5 (C113-L36-C114). The 10-Mc tank coil L35 is then used as an anode choke while R826 L is out of operation. The generated frequency is fed to R827 which operates as a harmonic generator. In R828 the signal is again distorted by harmonic generation. The harmonic spectrum now reaches up to 800 Mc and is fed to the mixing diode G112. A small part of the signal-generator output voltage is coupled out through R106 for mixing. Each time the signal-generator frequency passes through a harmonic frequency, interference is produced. This beat frequency is amplified through the two stages of R829. The markers are amplified once more by R818 R and coupled into the vertical deflection amplifier channel through C85.

Marker mixing

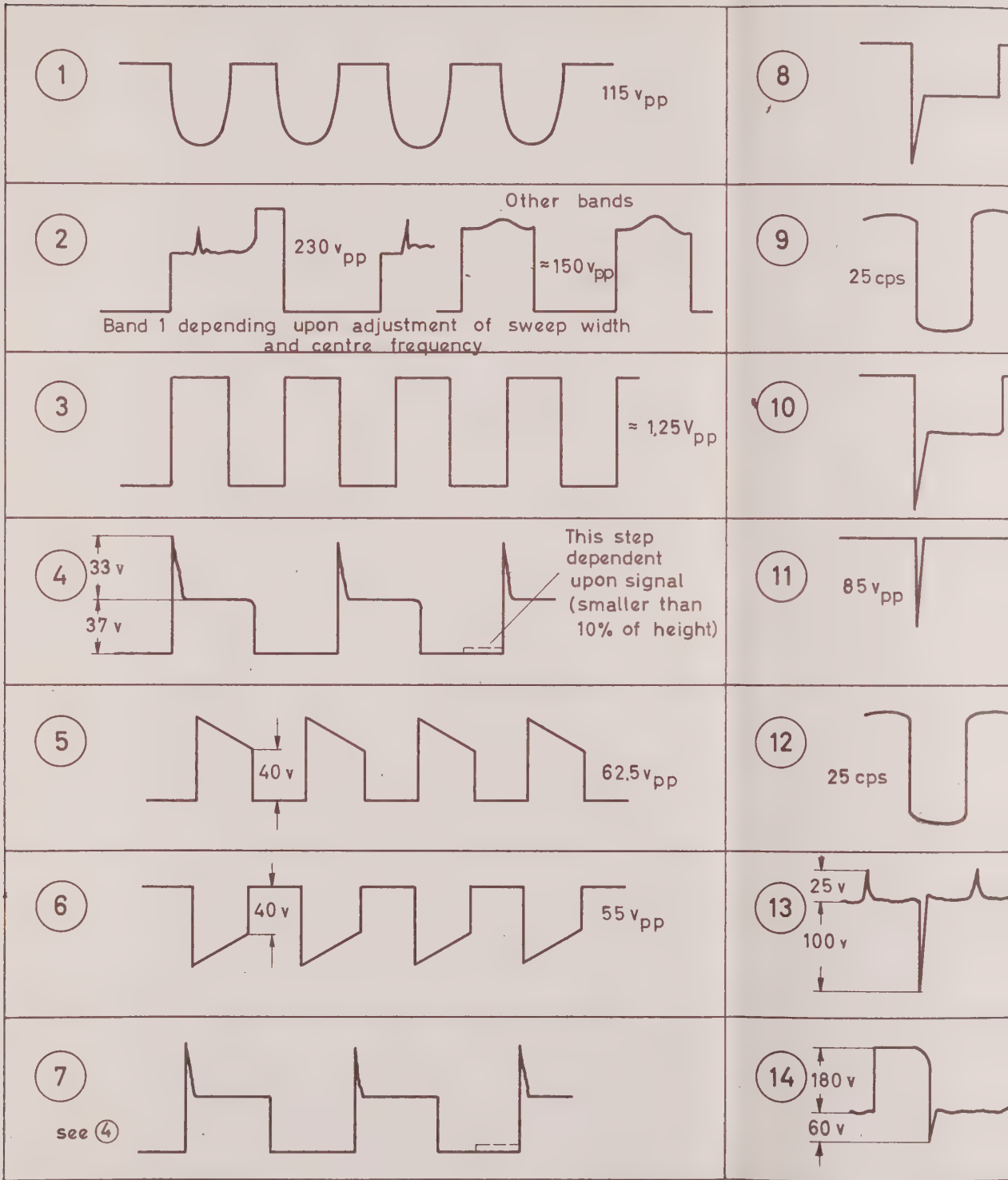
Marker amplification

5.4 Power Supply

Heating

The valve filaments are heated with an unstabilized AC voltage of 6.3 v, except for R86, R87 and R89. There are three circuits used to supply the necessary filament current. One side of the filaments in the signal generator section is connected to the chassis so that the filament current is carried by a single conductor from the winding 5-6 or Tr1. The filament current for the vertical-deflection amplifier section is carried by two con-

4302; 1063; 50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN



R 10982
Bl.185

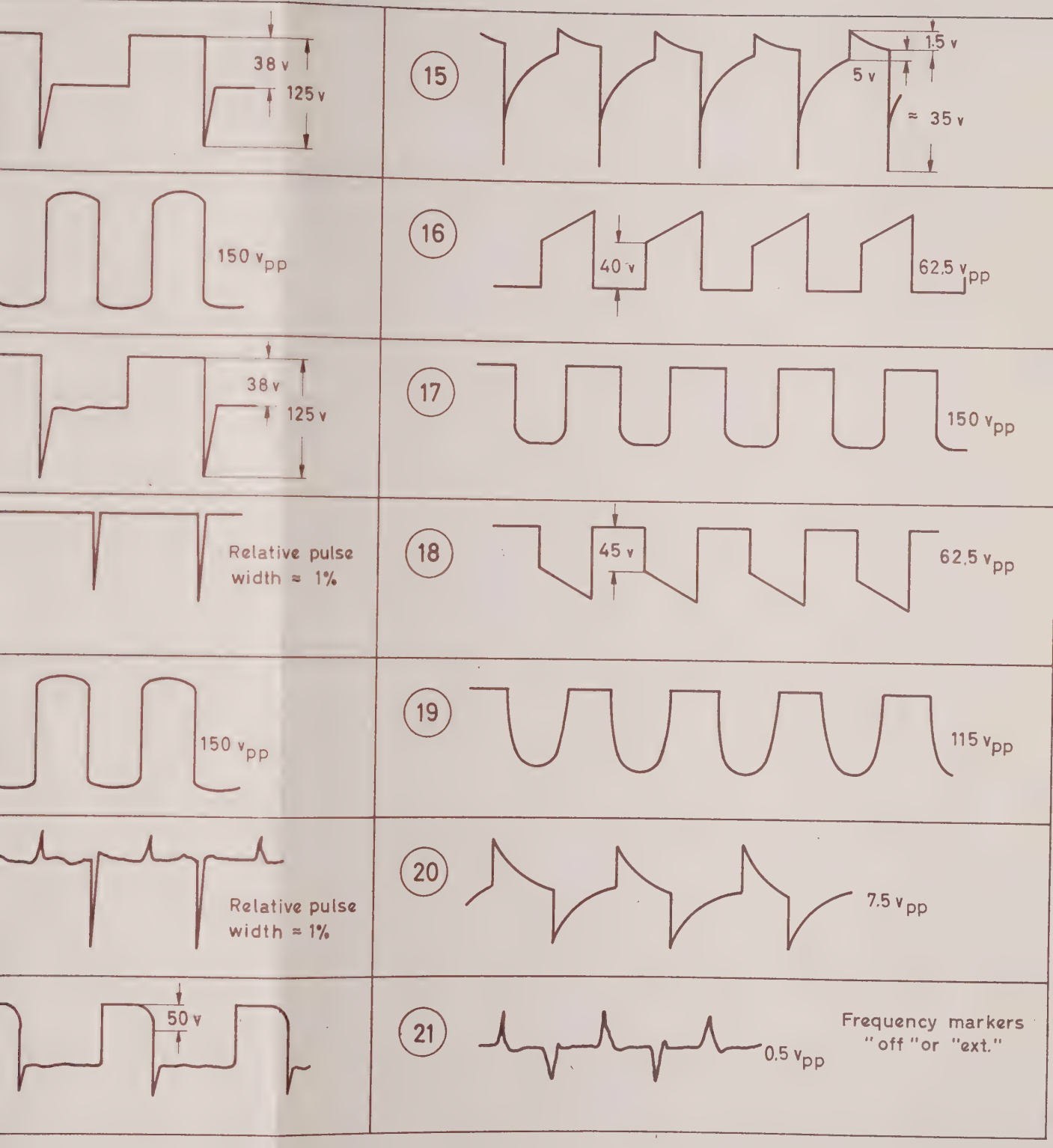
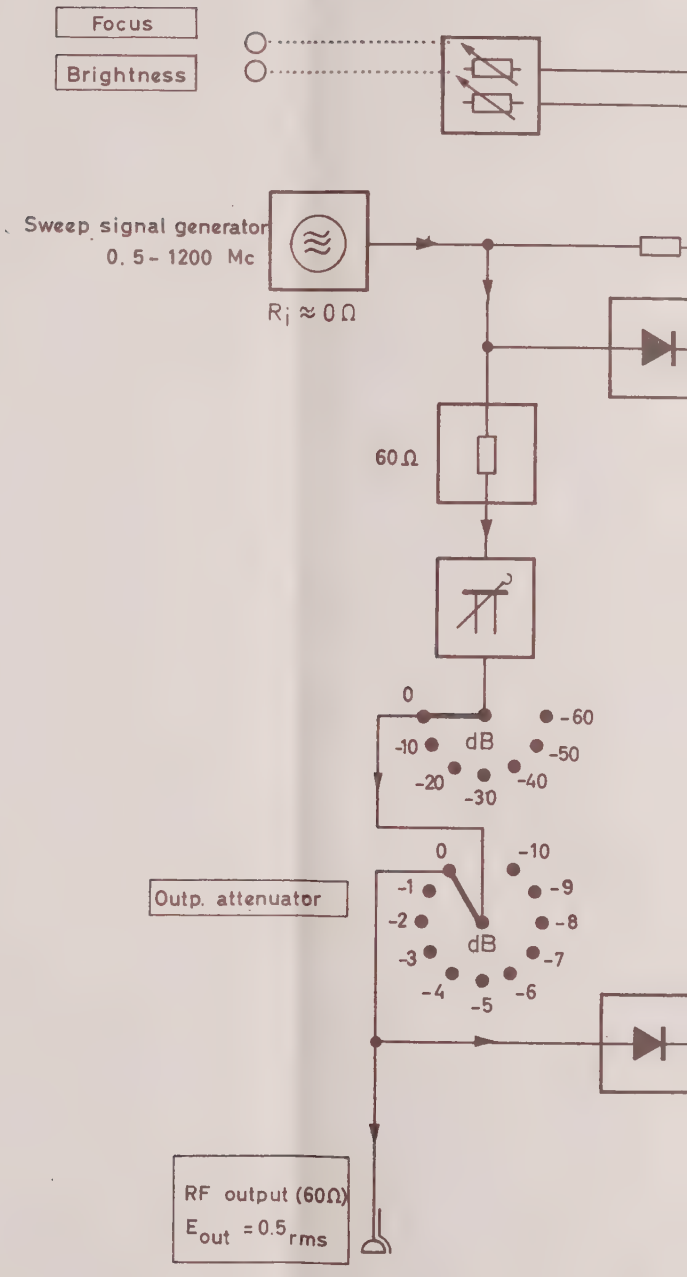


Fig. 18 Waveform Chart

Signal generator section



R 10982
Bl.186

POLYSKOP II

Receiver section

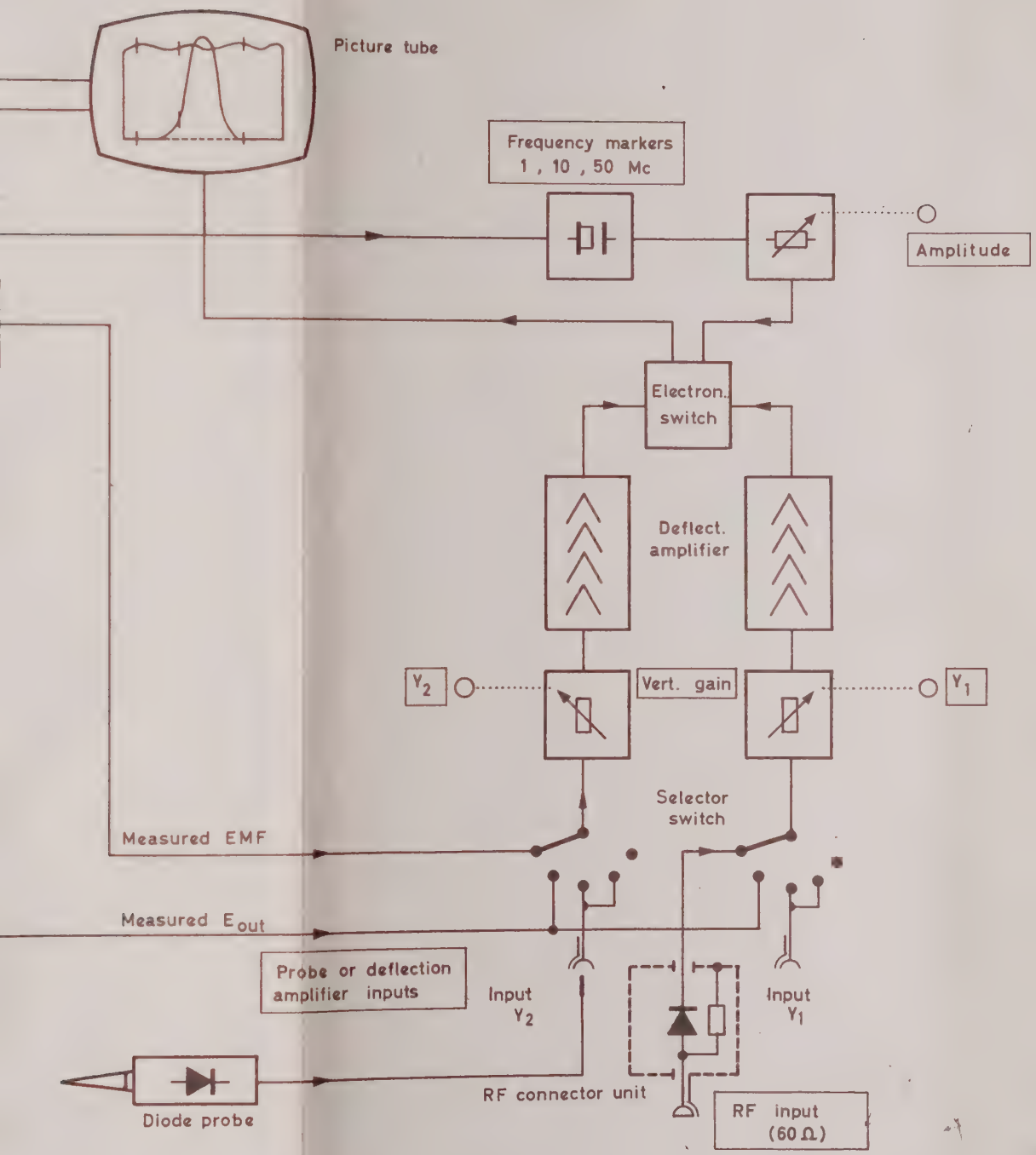


Fig. 19 Block Diagram

ium rectifiers which are supplied with 1.7 kv AC. The filtering is accomplished with C57-C58; the resistors R65-R66 serve to discharge the high-voltage capacitors after the set is shut off.

Negative voltage

The -85 v which is necessary at several points in the set is supplied with the circuit comprising G1 6-C67-R72-C68. This voltage is stabilized with the reference tube R634 (Type 85 A 2).

Blower

A blower is built in at the rear of the set which provides protection against excessive temperatures during prolonged operation.

6. Specifications of POLYSKOP II and Order Designations for Accessories

6.1 Sweep Signal Generator

Frequency range	0.5 to 1200 MHz
in six bands	0.5 to 50 to 100 to 200 to 300 to 400 to 1200 MHz
Overlapping of the bands	> 5 MHz (10 MHz on average)
Sweeping	
Sweep width	
in the range 0.5 to 400 MHz	±0.2 to ±50 MHz
in the range 400 to 1200 MHz	at 400 MHz: ±0.1 to > ±10 MHz at 800 MHz: ±0.2 to > ±30 MHz at 1200 MHz: ±0.3 to > ±50 MHz about centre frequency but not beyond band limits; continuously variable
Centre frequency	adjustable within the bands, calibrated drum dial in the band 400 to 1200 MHz
Sweep frequency	AC supply frequency
Frequency sweep	rising or falling, switch-selected retrace blanked
Max. output voltage when terminated with Z	
50-Ω model	0.4 V_{rms} ±20 %
60-Ω model	0.5 V_{rms} ±20 %
Output attenuator	6 steps of 10 dB 10 steps of 1 dB (above 800 MHz max. obtainable attenuation 40 dB)
Flatness of output level	
terminated with Z	
in the range 0.5 to 1.5 MHz	< 0.25 dB
in the range 1.5 to 800 MHz	< 0.05 dB/MHz, but not more than ±0.3 dB for max. sweep width at any centre frequency
in the range 800 to 1200 MHz	< 0.07 dB/MHz, but not more than ±1 dB for max. sweep width at any centre frequency
Distortion	< 5 %

Source impedance Z	50 Ω for BN 4245/50 60 Ω for BN 4245/60
Output	R&S connector Dezifix B
6.2 Display Section	two identical, independent channels electronically switched at one-half the sweep frequency, gain continuously variable
Inputs	(1) coaxial RF input with built-in terminating resistor and test diode (2) two RF diode probes with built-in test diodes (3) two deflection amplifiers
RF input	50 Ω or 60 Ω dependent on BN
Frequency range	0.5 to 1200 MHz
Sensitivity	approx. 50 mV for full picture height
VSWR	
in the range 0.5 to 400 MHz	< 1.06
in the range 400 to 1200 MHz	< 1.1 below 800 MHz. < 1.2 above 800 MHz
Power rating	max. 1 W, RF plus DC
Connector	R&S connector Dezifix B
RF diode probes	
Probe without coloured mark	negative signal, detector circuit earthed
Probe with red mark	positive signal, detector circuit floating
Frequency range	0.5 to 400 MHz (usable up to 1200 MHz)
Voltage requirement	approx. 30 mV for full picture height
Voltage rating	max. 10 V
Input impedance at 300 MHz	20 kΩ parallel 3 pF; withstands DC up to 500 V
Connection	to deflection amplifier input socket

4302.0764.50 Dm · ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Deflection amplifier inputs	for circuits under test which contain a detector
Frequency range	0.5 to 6 kHz (at the same time frequency range of deflection amplifier gain for RF inputs and diode probes)
Voltage requirement	2 mV for full picture height
Polarity	positive or negative
Input impedance	500 kΩ; ±20% withstands DC up to 250 V
Connectors	2 adaptable RF sockets 4/13 DIN 47284

6.3 Picture Tube Assembly	oscilloscope for simultaneous presentation of two quantities by electronic switching
Size of screen	280 x 210 mm, 36-cm picture tube with magnetic deflection
Quantities displayed, separately.. (selectable for each channel)	EMF of sweep signal generator for performance check, output voltage of sweep signal generator; voltages of circuit under test applied to RF input or RF diode probes or vertical-deflection amplifier inputs
Frequency axis	horizontal
Full width of picture	equal to sweep width of sweep signal generator
Frequency scale	almost linear
Calibration	by frequency markers, centre frequency can be read on drum dial
Frequency markers	internal and/or from external frequency; variable in amplitude; independent of circuit under test
internal	at 1, 10 or 50 MHz switch-selected, 1 and 10 MHz crystal-controlled (1-MHz markers usable up to 600 MHz, 10- and 50-MHz markers up to 800 MHz)
external	frequency of an external signal generator; voltage requirement approx. 4 V_{rms} at frequencies < 20 MHz and approx. 1 V_{rms} at frequencies > 20 MHz; input: R&S connector Dezifix B at the rear, approx. 60 Ω; usable for generators of 50, 60 or 75 Ω

4002.0764.50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Voltage axis	vertical; zero-reference line can be vertically shifted over half the height of screen
Voltage indication characteristic	approx. square law (RF inputs); dependent on rectifier circuit under test at deflection amplifier inputs
Voltage reference lines	provided at linear sub-divisions on replaceable plexiglass graticule with adjustable illumination
Calibration	by reduction of the sweep signal generator voltage by the built-in attenuators
Suppression of light spot	automatic blocking of beam current prevents poisoning on the screen when AC supply is switched off
Range of attenuation and gain measurements	approx. 30 dB for attenuation; 60 dB for gain, extendible by attenuator pads
Accuracy	±0.2 dB with full picture height
Resolving power for changes of attenuation in the circuit under test in the entire frequency range	approx. 20 kHz

6.4 Common Data

Power supply	115/125/220/235 V -5 to +10% 47 to 63 Hz (approx. 200 VA)
Valves, etc.	1 valve D 3 A 3 valves E 88 CC 3 valves E 280 F 1 valve EAA 91 12 valves ECC 81 4 valves EF 86 1 valve EF 804 S 2 valves EL 84 2 valves EL 86 2 valves EL 95 1 valve AW 36-48 1 valve RH 7 C 2 reference tubes 85 A 2 2 transistors OC 604 spec. 1 transistor AD 130 V 1 transistor ASY 27 2 scale lamps RL 163 1 pilot lamp RL 215 1 2-amp fuse 2 D DIN 41571 for 115/125 V 1 1-amp fuse 1 C DIN 41571 for 220/235 V

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

4302; 0764; 50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

7. Maintenance of the POLYSKOP

7.1 Picture Tube

A normal TV picture tube is used in the POLYSKOP for the display. The steel cabinet and the 5-mm plexiglass protector offer a protection against a possible damaging of the picture tube.

The picture tube must support a force of several tons of atmospheric weight. If the glass enclosure is damaged by shock, forceful impacts, or even scratches, an implosion may result that can seriously injure persons standing nearby. It is dangerous to use or set up the POLYSKOP anywhere without the steel cabinet or plexiglass protector. When cleaning the plexiglass protector or making repairs where the POLYSKOP is removed from its cabinet, face and hands should be protected with a face guard and gloves. These precautions are especially important when a new picture tube is being mounted. If the equipment must be left without a cabinet for a prolonged period, a linen cover should be placed over the set.

7.2 Replacing the Picture Tube (see Fig. 21)

The set must be shut off for at least 10 minutes so that the high voltage of 6 kv has definitely dropped to 0. However, we recommend that the high-voltage cable be disconnected and short-circuited to earth. In addition, the high-voltage aquadag connector on the picture tube should be earthed with a piece of wire in order to remove any remaining charges.

When replacing the picture tube, the above mentioned precautions are to be especially observed. Without using any force, the picture tube may be removed from its socket. Loosen the mounting screws which fasten the entire deflection system to the chassis. After removing the multi-pin connector, the deflection system can be removed from the rear of the set. Then support the neck of the picture tube with a soft rag. Finally, loosen the tension band near the face of the tube and remove the picture tube from the top of the set.

The picture tube should never be held by the neck alone or even turned. One should always carry the picture tube with its face downward in the flat of the left hand while the neck is lightly held with the right hand. The picture tube may then be set upon a soft surface and secured against tipping.

0360: 50 x 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Dimensions (W x H x D) ..... 540 x 370 x 575 mm
(steel cabinet with cover)

Weight, accessories included ..... approx. 55 kg

6.5 Accessories, included in price

1 power cord, 2 m ..... R&S Stock No. LK 333

2 RF diode probes with
2 spare tips ..... earthed, BN 42443
off earth, BN 42444

1 cable (50 or 60 Ω, 75 cm) with
2 R&S connectors Precision
Dezifix B ..... BN 4245/50-48 or BN 4245/60-48

6.6 Recommended Accessories (on separate order)

T sections: 50 Ω: BN 42441/50; 60 Ω: BN 42441/60;
75 Ω: BN 42441/75.

RF connectors 4/13, Dezifix B connectors, screw-in connectors 4/13 for adaptation to other connector systems, adapters from Dezifix B to other connector systems, cables with 13-mm connectors, cables with Dezifix connector, Attenuator Pads of Type Series DPF, Matching Pads of Type Series DAF for different characteristic impedances;
for details see the relevant data sheets.

Camera Adapter BN 42442 (for 35-mm cameras)
Camera Adapter BN 42442/2 (for 35-mm cameras and Polaroid Land cameras)

Precision extension cable with Dezifix connector (incorporated in the cabinet)

50 Ω (electrical length approx. 11.6 m) ..... BN 356814/50
50 Ω (electrical length approx. 65 m) ..... BN 356815/50

60 Ω (electrical length approx. 11.6 m) ..... BN 356814/60
60 Ω (electrical length approx. 65 m) ..... BN 356815/60

75 Ω (electrical length approx. 11.6 m) ..... BN 356814/75
75 Ω (electrical length approx. 65 m) ..... BN 356815/75

6.7 Order Numbers of POLYSKOP II Models

50-Ω model ..... BN 4245/50

60-Ω model ..... BN 4245/60

When instruments with other connectors are desired, please state the type accurately.

4302.0764.50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

The n e w picture tube is then mounted using the reverse procedure.

7.3 Adjusting the Display Position

An inclination of the displayed oscillogram may be corrected with the deflection coils. First loosen the screw on the holding band of the deflection coil assembly and push this assembly as far as possible in the direction toward the face of the picture tube. By rotating the deflection coils, the horizontal position is adjusted. A separate adjustment of the vertical and horizontal deflection coils is not possible or necessary. The display can be shifted sidewise and the margins corrected by means of the knurled nut of the correction magnet.

7.4 Replacing the Oscillator Valve Rö201

Remove the small cap from the rear end of the coaxial resonator. Do not remove in any case the resonator itself or the calibrated drum dial. Unsolder the heater chokes and the grid leak resistor at the side looking toward the valve and remove the ring nut. Proceed with utmost care since the projecting part of the valve may easily be broken when an unsuitable tool is used. Carefully pull the valve out of its holder.

To insert the valve proceed in the reverse order. Do not forget to insert the insulating layer for the grid disc. Adjustment of the feedback screw in the cathode link may be necessary. The screw should not be advanced farther than necessary to obtain a constant EMF indication at 1200 Mc. Overcoupling causes control oscillations.

7.5 Replacing the Valves in the POLYSKOP

All valves in the POLYSKOP can be replaced with the same type of replacement valves without affecting the operation of the set.

7.6 Replacing the Transistors

The power transistor T3 is mounted on a cooling plate located underneath the RF output connector. Note that the cooling plate is isolated from the chassis and has approx. 12 v DC with respect to earth. Bits of metal or screws may cause a short-circuit that can lead to the destruction of the rectifiers.

360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

R 10982
Bl.195

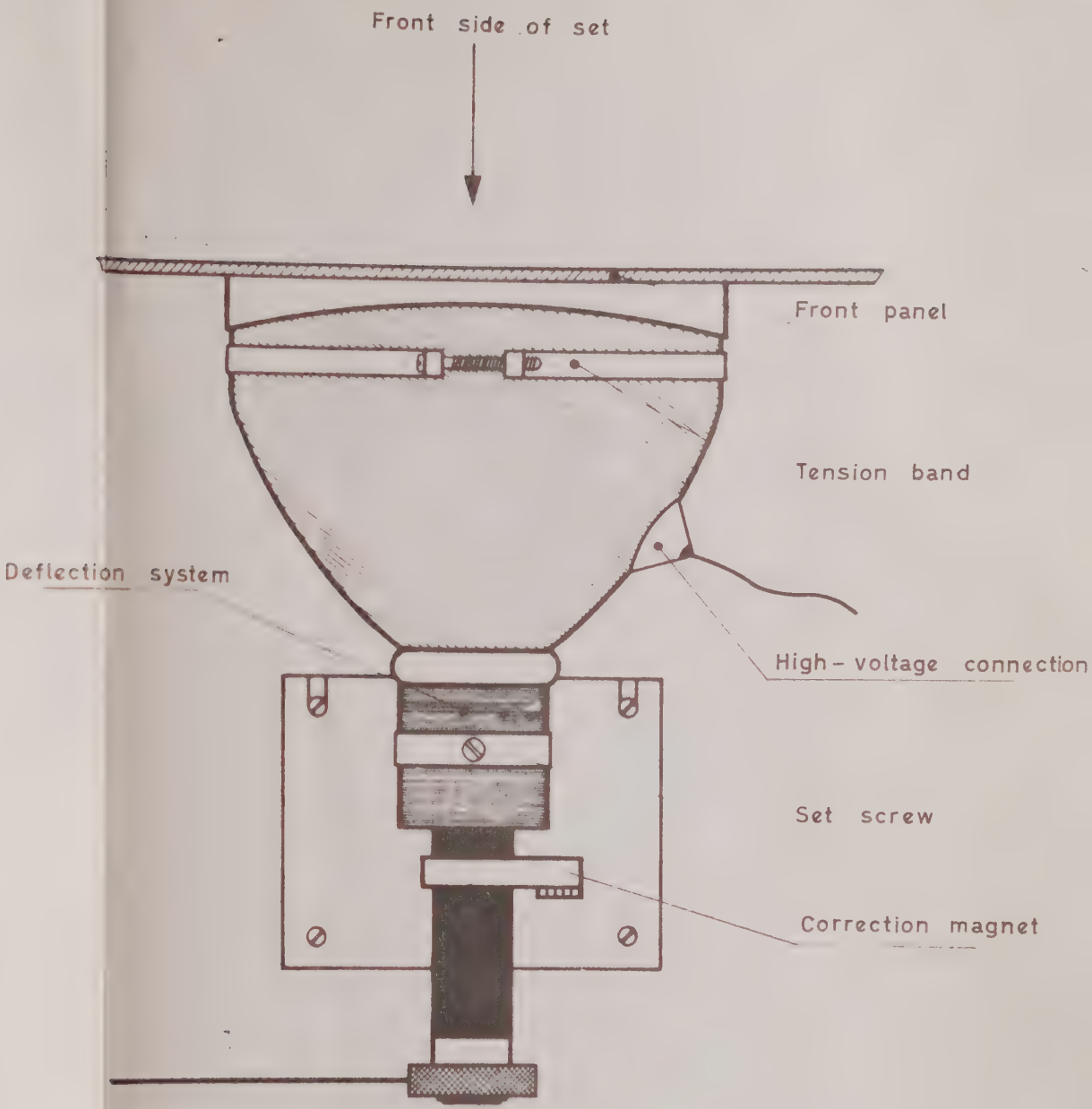


Fig. 21 Position of Picture Tube

The two transistors T1 and T2 and the Zener or breakdown diode G1 14 are accessible after removal of the mount for the heater voltage control, potentiometer R258, located under the picture-tube chassis mount. The replacement transistor must be soldered in. After replacing the transistors or the breakdown diode, a readjustment of the stabilized heater voltage is necessary (see paragraph 8.2).

7.7 Replacing the Graticule Illumination Lamps

Make sure that the instrument is switched off. After loosening two screws, push the lamp holder on the top of the withdrawn instrument towards the front panel. Withdraw the graticule from above and replace the lamp. Then insert graticule again, push back the holder and screw down.

7.8 Replacing and Cleaning the Graticule

After the set is removed from its steel cabinet, the graticule may be pulled upward out of the guiding tracks. The face of the picture tube may only be cleaned with a dampened soft rag. The same is true for the graticule, which is quite easily scratched.

7.9 Hints for Proper Operation

7.9.1 Operation from Low AC Supply Voltage

The POLYSKOP operates perfectly from voltages that deviate from the nominal value by -5 to +10 %. However, a supply voltage lower than nominal value should be avoided for continuous operation since certain valves may fail too soon because of overloading. In case of need a suitable transformer may be connected after the average value of AC supply voltage has been determined.

7.9.2 Overloading the Oscillator Valve

In the first range 0.5 to 50 Mc, with the sweep width control turned to minimum and the centre frequency control turned to maximum, an output frequency greater than 50 Mc is produced, which lies outside the limit frequency of the wide-band amplifier. The frequency is therefore no longer passed. The EMF control circuit attempts to hold the output voltage constant and feeds the maximum anode voltage to the oscillator valves used in this frequency range. In particular valve R87 is overloaded and may suffer damage.

8. Repairing the POLYSKOP (see Circuit Diagram and Table of Replaceable Parts)

You are asked to obtain help from our nearest representative in case of any malfunctioning of the set. Repairs should only be made in emergencies without a factory representative. The most important procedures for making alignments are compiled in the following paragraphs.

The locations of the adjustments are shown in the sketches of Fig. 23.

8.1 Adjusting the Regulated Anode Supply Voltage

The regulated anode supply voltage is adjusted to +250 v with R218. The voltage is measured from the cathode of valve R830 or R831 to earth.

8.2 Adjusting the Regulated Heater Voltage

The regulated heater voltage should be 6.3 v. It is adjusted to this value with R258. The voltage is measured at one of the oscillator valves R86 or R87 after opening the left side of the chassis.

8.3 Testing the Voltage Values

The voltage ratings are given in the circuit diagram for the most important points in the POLYSKOP circuit. These voltages should be measured with a high-impedance voltmeter such as the ROHDE & SCHWARZ Type UGWD or a similar type.

50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

8.4 RF Oscillators

The four RF oscillators in the left-hand side of the POLYSKOP are adjusted at the factory and secured with lacquer. We emphatically recommend that no changes be made on the tiny oscillator coils which are wound on a special ferrite core. Frequency range changes cannot occur from replacing the oscillator valves.

If the lowest range 0.5 to 50 Mc does not function properly, the frequency of the fixed oscillator may be adjusted with the core of L1. The frequency should lie around 220 Mc. The output coupling loop of the oscillator (Rö1) is pushed only close enough to the tank circuit so that the EMF indication response is flat up to 50 Mc with the output attenuator set at -20 dB. Correction is also possible with trimmer C6. A coupling that is too high results in an inadmissibly high distortion which is caused by overdriving the mixing diode Gl 2.

8.5 Setting the RF Output Voltage

The POLYSKOP is factory-adjusted by means of the variable resistor R100 so that an RF output voltage of 0.4 V_{rms} (50-Ω model) or 0.5 V_{rms} (60-Ω model) is obtained with the attenuators switched to 0 dB. The output must be matchterminated. The adjustment is made with the help of a wide-band oscilloscope. The POLYSKOP is adjusted to a small sweep width in the lowest frequency range between 1 and 3 Mc which are frequencies that can be displayed on the oscilloscope without fall-off. The indicated RF amplitude should be 1.1 V_{pp} and 1.4 V_{pp}, respectively.

8.6 Replacing the Measuring Diodes

8.6.1 Control Diode

The control diode Gl 401 is fixed in the 0 to 60-dB attenuator and should not be replaced. In case of need please contact our nearest distributor.

8.6.2 Diodes Located in the RF Output and RF Input Measuring Heads

After removing the set from its cabinet, the output and input measuring heads are accessible through an opening in the bottom plate. The screw caps nearest to the front panel (Fig. 22) are removed with a screwdriver.

The diodes can then be replaced with ones of the same type (available from Rohde & Schwarz).

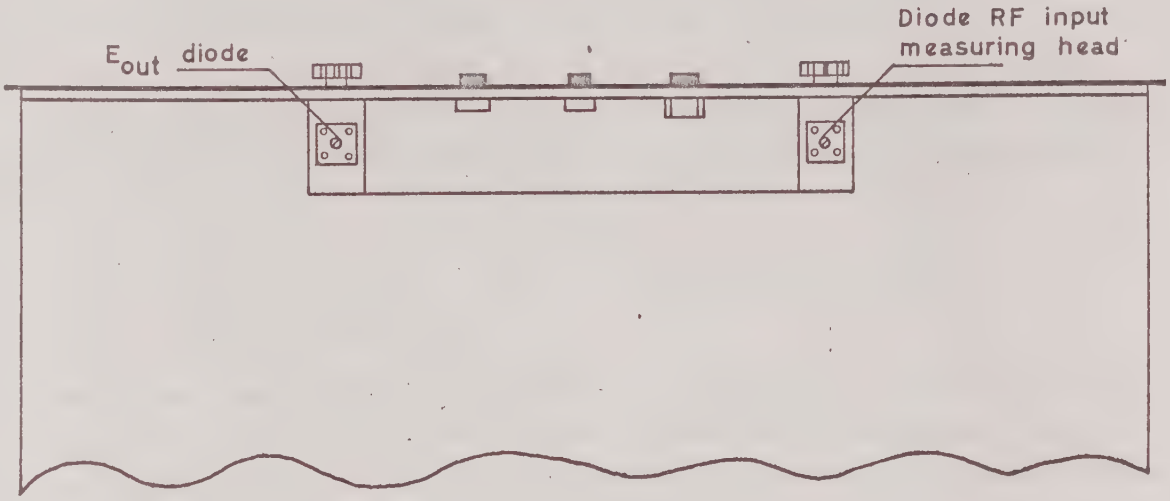


Fig. 22

8.7 O-reference Line Adjustment

If the O-reference line is not level, the deflection coil assembly must be repositioned (see paragraph 7.4). If the O-reference line has a double trace, this may be corrected with potentiometer R168 (Fig. 23).

The adjustment is made as follows:

(1) Remove valve R819 (type EL 84) from its socket.

(2) Adjust the O-reference line with R164 to slightly under the lower edge of the picture screen.

(3) Now replace valve R819.

(4) Adjust the O-reference line to the centre of the screen with the O-LINE control and potentiometer R167.

(5) Adjust R168 so that the O-reference line does not appear as a double trace.

(6) Finally, the control range of the O-LINE control is adjusted with R167 so that the O-reference line is adjustable from the lower edge of the screen up to slightly above the screen centre.

You should n o t leave the O-reference line in the upper part of the screen for prolonged periods because of the overloading of valve R819.

8.8 Equal Display Amplitudes for Positive or Negative Signals

The two potentiometers, R150 for the Y_2-deflection amplifier, and R152 for the Y_1-deflection amplifier, are provided for adjusting equal gains for positive or negative signals in the two amplifier channels. These potentiometers are accessible after the right-hand cover plate is removed. In general, any gain difference is caused by a defective valve, Rö15 or Rö21.

8.9 Marker Generator

If the marker amplitudes are insufficient, especially in the upper frequency ranges, it may be necessary to replace the marker mixing diode Gl 12. After removal of the cover plate on the right side of the chassis the diode is accessible near the socket of Rö20.

If the 1-Mc or 10-Mc marker spectrum fails to appear, the respective crystal should be checked and replaced if necessary. The two crystals are mounted in plug-in receptacles located inside of the set near Rö26.

The 50-Mc markers are produced in the tank circuit containing L36. When the valve Rö26 is replaced, it is possible that the 50-Mc markers do not coincide exactly with the corresponding 10-Mc markers.

A correct marker position may again be established by adjusting the tuning slug of coil L36. The adjustment is best carried out in the upper frequency range around 700 Mc.

8.10 Adjusting the Display Width

The width of the display can be adjusted with potentiometer R68, the adjustment being made at the nominal AC supply voltage. The display width is best adjusted to the limits of the graticule X-co-ordinates, thereby assuring a full display width even with a low AC supply voltage.

8.11 Adjustment of the Sweep-width Linearity

The 10-Mc marker spectrum is used most advantageously for observing the linearity of the sweep width.

In case the adjustment of the linearity should prove necessary, this can be accomplished with the variable resistors R87 and R88. These two resistors are so adjusted that the distances between the frequency markers are as equal as possible, but in no case more than the ratio 1:2 different from one another. This adjustment should be checked in all frequency ranges and, if necessary, so corrected that the linearity of the sweep width is as equally good in all ranges as possible. In the range 400 to 1200 Mc the linearity cannot be varied.

R87 affects the marker distance at the left-hand side of the screen.

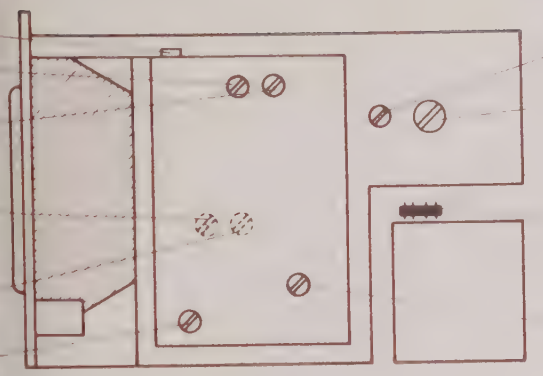
R88 affects the marker distance from the middle up to the right-hand side of the screen.

The adjustment of the centre-frequency and sweep-width control ranges can be affected by the adjustment of the sweep-width linearity. The range of the centre frequency and sweep width should therefore be rechecked after completing the sweep-width linearity adjustment. R69 provides adjustment for the maximum sweep width. Since the display-width control R68 also affects the sweep width, it should be adjusted beforehand. The control range of the centre frequency is adjusted using R58 at the lower and R79 at the upper end of the range.

Finally, the anode current limit of the valve R89 should be checked and adjusted if necessary. To accomplish this, the coarse and fine controls of the sweep width are turned completely counterclockwise; and then the coarse and fine controls of the centre frequency are turned completely clockwise. The voltage between the arm of R76 and the control grid of R89 is measured with a high-impedance voltmeter such as our Type UGWD (input impedance 10 MΩ). A bias voltage of 1.5 v should be measured, this value being adjusted with R76.

R19195
Bl.4

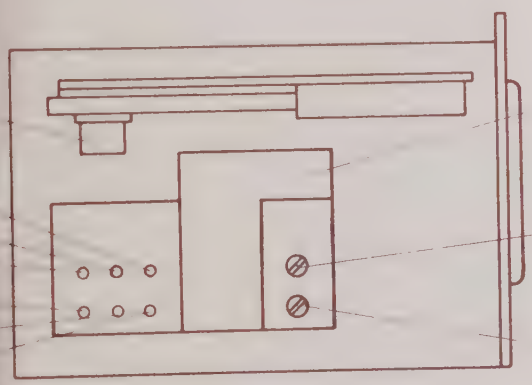
ng pulse R191
adjust. R167
ng symmetry R168
R150 Y2
ompensation
: - negative
e cover)
R152 Y1
ompensation
and Y2 R187



R164 Deflection current
R218 Anode voltage
Supply voltage selector
L36 50-MHz marker frequency

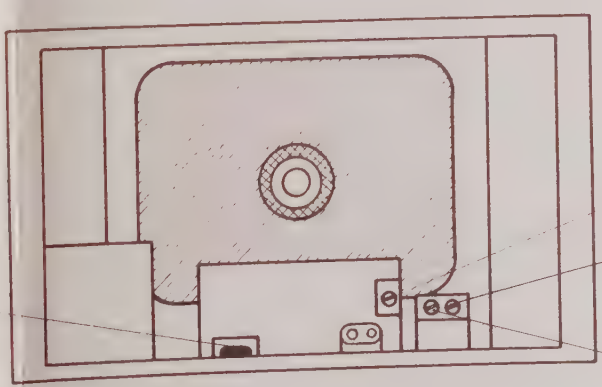
Rigth side view

Hz oscillator
zation, right R 88
-freq.lim., right R 79
z. range VI R 70
range VI R 51
-freq.lim., left R 58
zation, left R 87



220-MHz oscillator
R100 Output voltage
R76 Anode current limitation Rö 9

Left side view



Sweep direction
R258 DC heater voltage 6.3V
R69 Sweep width
R68 Display width

Rear view

Fig. 23 Screwdriver Adjustments

9. The Fundamentals of the Sweep Frequency Method with its Limitations

9.1 Introduction

There are several important things that must be taken into account in regard to transient response if the frequency response of any four-terminal network is measured not at fixed frequencies, but with a steadily changing frequency sweeping through the desired frequency range.

The simplest example for explanation is the response of a resonant circuit connected in the anode circuit of a pentode. If this resonant circuit is suddenly excited at its resonance frequency f_o, the voltage across the circuit rises exponentially and reaches 100% of its final value after a definite time. The length of time taken to reach its final value is dependent upon the Q of the circuit and therefore its bandwidth. The greater the bandwidth, the faster is the voltage rise across the circuit. Fig.24 shows the response rise of such a resonant circuit.

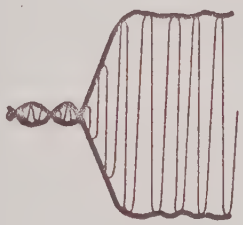


Fig. 24

The transient response time τ of a resonant circuit is calculated from

$$\tau = \frac{1}{B} \quad \text{(sec)} \qquad (1)$$

where B is the 3-db bandwidth of the circuit. After the time τ, the voltage amplitude across the circuit has risen to over 95% of its final value (Fig. 25).

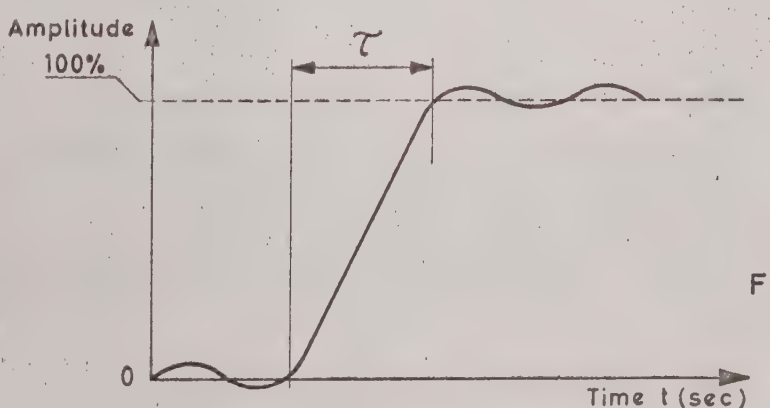


Fig. 25

50 x 100 S1 ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

If we want to measure the voltage amplitude of the resonant circuit without appreciable error, we must allow a time of at least τ so that the circuit can reach its full amplitude.

Now if we measure the same resonant circuit with a continuously changing frequency, the exciting frequency dwells only a short time in the bandwidth of the resonant circuit depending upon the sweep width and sweep time. This "dwell time" T_v must logically be at least equal to the time constant τ so that the resonant circuit may reach its full voltage amplitude.

$$T_v \geq \tau \qquad \text{(sec)} \qquad (2)$$

With periodic frequency sweeping, the ratio between the sweep width F and the bandwidth of the test item B is equal to the ratio between the sweep time T and the dwell time T_v. We may write

$$\frac{F}{B} = \frac{T}{T_v} \qquad (3)$$

Substituting $T_v = \tau$ and $\tau = 1/B$ (equation 1) in equation 3, we obtain the important relationship

$$B = \sqrt{\frac{F}{T}} \qquad \text{(cps)} \qquad (4)$$

B = 3- dB bandwidth of the resonant circuit
F = sweep width
T = sweep time

Using these relationships, the resulting error is less than 5% only in the case of simple single resonant circuits.

If the test item is a bandpass filter with a bandwidth B, the transient response τ is the same as for a single resonant circuit as described by

$$\tau = \frac{1}{B} \qquad ((1))$$

If we use the relationship (4) as a basis for measurement, it is true that the amplitude of the transient response will reach over 95% of its maximum value, but the response curve would have an appearance just as if a single resonant circuit were being measured (Fig. 26).

0 x 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

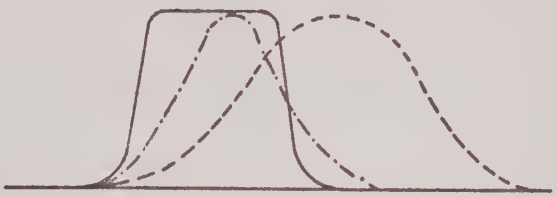


Fig. 26

The steep slopes of the bandpass curve are not resolved. Since we want to resolve the response curve of a test item as highly as possible the dwell time T_v must be so dimensioned that it is sufficiently long for the sharpest amplitude changes (Fig. 27).

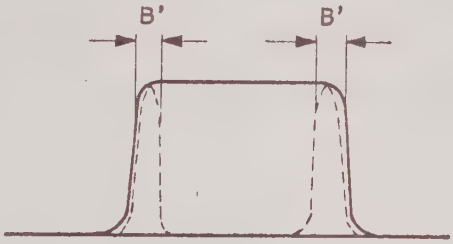


Fig. 27

If we think of the steepest slope as being one of the two slopes of a symmetrical response curve of a single-tuned circuit, the sweep rate F/T must be chosen to correspond with the bandwidth B' of this single-tuned circuit. We therefore obtain

$$B' = \sqrt{\frac{F}{T}} \qquad \text{(cps)} \qquad (5)$$

9.2 Sine-wave Frequency Sweep

The above analysis is made on the assumption that the sweep frequency varies strictly linearly with time (constant sweep rate). Many sweep generators are swept with a sine-wave voltage obtained from the AC supply, for instance. In this case, the sweep rate varies throughout the sweep cycle (Fig. 28).

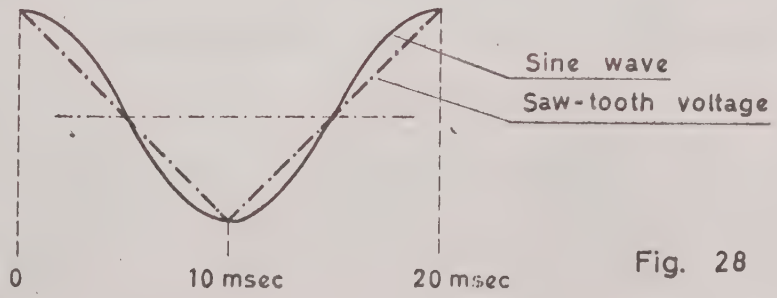


Fig. 28

x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

We are interested in the fastest frequency change in the sine-wave cycle. The fastest change occurs as the voltage cycle passes through zero and has a value $\pi/2 = 1.57$ times greater than a saw-tooth voltage having a period equal to a half sine-wave period. For sine-wave sweeps, the following equation should be used in place of equation (4):

$$B = \sqrt{\frac{1.57 \times F}{T}} \qquad (6)$$

We must always keep in mind that the resolution of the displayed response curve corresponding to equation (6) is only true at the centre of the display screen. The resolution is greater at the edges of the screen. The points A and A_1 in Fig. 29 have the same resolution as would be given by a linear saw-tooth sweep.

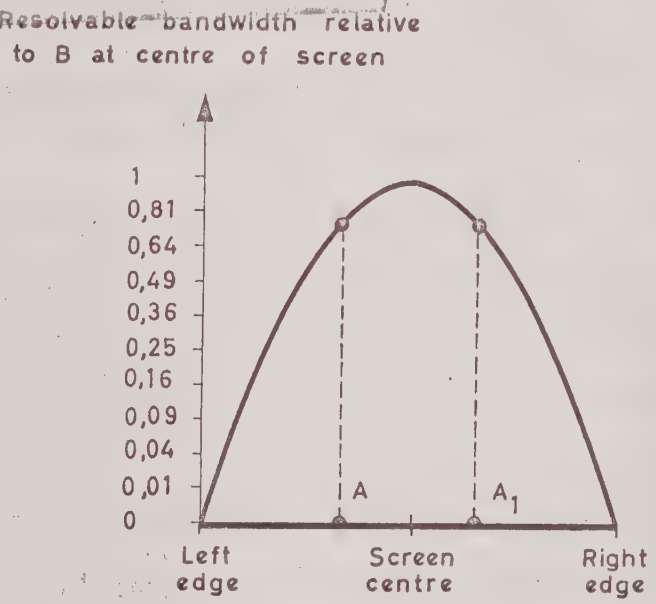


Fig. 29

Resolvable bandwidth as function of position on screen

By varying the centre frequency, the displayed curve can be moved to the left and to the right of the screen. If in doing this a change in resolution is observed, this indication can be used to test the adequacy of the necessary dwell time.

With the aid of the chart in Fig. 30 it is possible to determine a resolution factor for all values of sweep widths and sweep times that are normally encountered. Here, the resolution factor φ is defined as the ratio

50 x 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

of the smallest bandwidth having a sufficient dwell time as calculated in equation (4) to the entire sweep width, the sweep time being a parameter. This relationship may be written as

$$\varrho = \frac{B}{F} \qquad T = \text{parameter}$$

From the chart, we can see that the smaller the sweep width, the larger the resolution factor becomes (constant sweep time). The higher the resolution factor, the worse is the actual resolution since more and more of the displayed sweep is used in the transient response of the test item.

Let us take a special example of an extreme case. Suppose we have a steep-sloped bandpass filter that is to be measured with a sweep width and sweep time such that the filter bandwidth is just equal to the value B, i.e. $\varrho = 100\%$. Instead of seeing a straight-line response curve displaced from the 0-reference line, we would see an exponential curve rising to its maximum amplitude to the right of the display screen. The resolution of the actual response curve is therefore extremely poor.

The chart of Fig. 30 may be used to help provide more clarification. Suppose we have a sweep time T of 10 msec and a sweep width F of 100 Mc, it is possible to resolve a least bandwidth B of 100 kc or 0.1% of the sweep width. If the sweep width F is decreased to 100 kc with the same sweep time T, a least bandwidth B of 3.16 kc can be resolved or 3% of the sweep width. If the sweep width is decreased even further to 1000 cps, the least bandwidth is only 316 cps or roughly 30% of the sweep width, i.e. 30% of the sweep width is used in the transient response of the test item. If we wish to resolve or provide sufficient dwell time for 1% of the sweep width, it is necessary to raise the sweep time T from 10^{-2} sec up to 10 sec when using a 1000 cps sweep width.

We should recognize the following points:

Sweep-frequency measuring equipment is especially suited for broadband measurements. The high sweep times (around 10^{-2} sec) give a flicker-free oscilloscope display. When using sweep widths greater than 300 kc, we may obtain in all cases a sufficient dwell time for bandwidths less than 1% of the sweep width, or expressed as 1% resolution.

; 50 x 100 $; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Since the optical resolution of the displayed patterns on oscilloscopes is limited, a 1% resolution of the sweep width seems to be all that is necessary or reasonable.

9.3 Detection and Indication of the Measured Values

We have considered up to now the effect of the automatic frequency sweep upon the response curves of test items. The circuits involved in bringing the measured results to the display screen of the picture tube will now be considered. These circuits include the rectifier arrangements for measuring the RF voltages and the vertical-deflection amplifiers with their display sections. All of the sections must be able to follow the sharpest amplitude variations of the test item without distortion, i.e. the system must have a sufficient rise time. The upper frequency limit f_g to be used in dimensioning the rectifier time constants and the vertical-deflection amplifiers may be calculated from equation (4) for any given sweep width and sweep time.

$$f_g \approx \sqrt{\frac{F}{T}} \qquad (7)$$

We should note that the time constants of the rectifiers and the bandwidths of the deflection amplifiers have to be dimensioned with a limit frequency f_g that is equal to the least resolvable bandwidth for the highest sweep width that is to be used.

Example:
The sweep width F is 10 Mc; the sweep time is 10 msec. We are using a linear saw-tooth sweep. The least resolvable bandwidth B is calculated from equation (4)

$$B = \sqrt{\frac{10^7}{10^{-2}}} = 3.16 \times 10^4 = 31.6 \quad (kc)$$

A resonant circuit with the bandwidth B = 31.6 kc will reach its full response amplitude. In order that the measured response voltage may be displayed without distortion, it is necessary that the diode detector and the vertical-deflection amplifier are able to handle a frequency as high as 31.6 kc.

: 10982
I.209

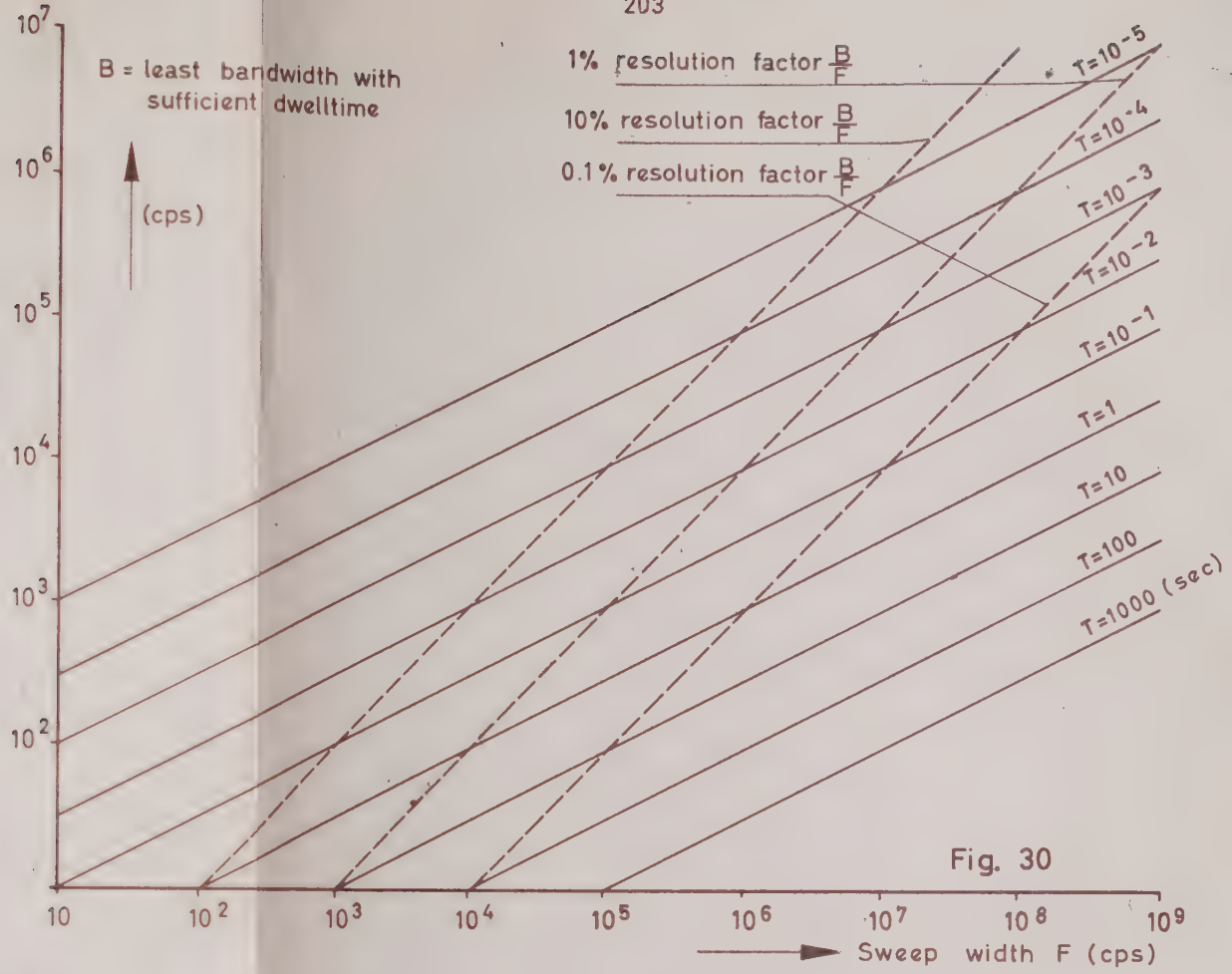

B = least bandwidth with sufficient dwelltime
(cps)
1% resolution factor B/F
10% resolution factor B/F
0.1% resolution factor B/F
T=10^-5
T=10^-4
T=10^-3
T=10^-2
T=10^-1
T=1
T=10
T=100
T=1000 (sec)
10^7
10^6
10^5
10^4
10^3
10^2
10
10^2
10^3
10^4
10^5
10^6
10^7
10^8
10^9
Sweep width F (cps)

Fig. 30

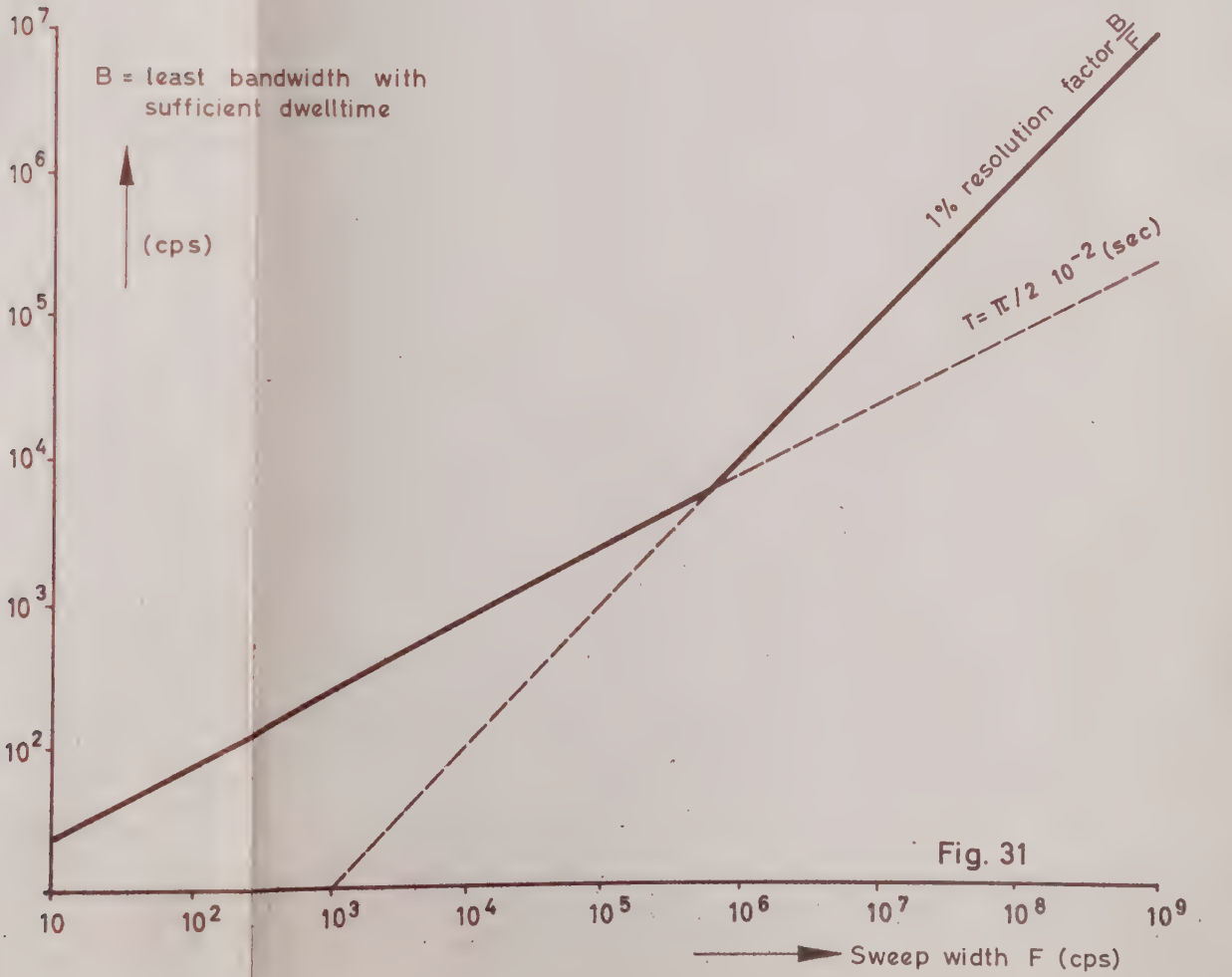

B = least bandwidth with sufficient dwelltime
(cps)
1% resolution factor B/F
T= π/2 10^-2 (sec)
10^7
10^6
10^5
10^4
10^3
10^2
10
10^2
10^3
10^4
10^5
10^6
10^7
10^8
10^9
Sweep width F (cps)

Fig. 31

9.4 Diode Detectors and Vertical-deflection Amplifiers with Inadequate Bandwidths

In the above example in paragraph 9.3, the resolution would be very high using a vertical deflection system capable of handling 31.6 kc since the resolution factor is 0.316%. The oscilloscope display can only be optically evaluated to about 1% of its displayed width (sweep width) so that a resolution factor of 0.316% is not necessary. Logically, it is not necessary to build a deflection system with such a short rise time corresponding to a bandwidth of 31.6 kc. The deflection system in the POLYSKOP has a rise time of about 0.1 msec which corresponds to a bandwidth of about 7 kc. This results in a resolution factor of 1% for a sweep time of 10 msec. This resolution factor, governed only by the deflection system, remains constant at 1% for sweep widths over 300 kc. Under 300 kc, the resolution factors vary according to the relationship expressed by equation (4). Sweep widths under 300 kc cannot be adjusted on the POLYSKOP, so that for all practical purposes the POLYSKOP has a constant resolution factor of 1%. Fig. 31 shows the bandwidth B as a function of sweep width. Below the bend, the slope of the curve is determined by the sweep time of a 50-cps sine wave. Above the bend, the slope is determined by the rise time of the deflection system which gives a constant 1% resolution factor.

9.5 Effect of an Excessive Sweep Rate upon the Measurements

If a resonant circuit with the bandwidth B is swept with a frequency at such a rate that the dwell time is shorter than its transient response time, two very important effects may be determined (references 1) in addition to the insufficient amplitude response.

(1) The amplitude maximum occurs at a frequency different from that determined from a point-by-point measurement. The maximum-amplitude frequency obtained from the sweep method lies higher than it should be, if the sweep is made in the low-to-high frequency direction. The reverse is true for a high-to-low sweep. If both the forward and reverse sweep response curves are simultaneously displayed, two resonance curves appear beside one another (Fig. 32).

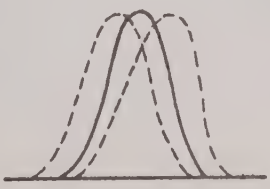


Fig. 32

(2) The bandwidth of the test item is measured larger than it actually is. These two effects make themselves evident, even if the dwell time is sufficient for the test item, when the rise time of the deflection system is not adequate to give a faithful reproduction of the response curve.

When measurements are made on steep-sloped bandpass filters, the rise and fall of the response curves are displaced in frequency and appear flatter than they actually are (Fig. 33).

Fig. 33

9.6 Effect of Distortion in the Measuring Signal upon the Measurements

Signal generators used for frequency sweeping have distortion factors in the neighbourhood of a few per cent just like any other good signal generator of the usual construction. We want to investigate the effect of distortion upon the measuring accuracy.

In general the EMF of the signal generator is held constant with an automatic control circuit that is actuated from the peak value of the RF output voltage. If the RF output has harmonic distortion, the RF peak values vary from the actual value of the fundamental frequency. For the most part, one may assume that the harmonic frequency components do not have sudden changes, but remain rather constant. As long as the bandwidth of the test item is relatively small, no noticeable measuring error will be caused by distortion in the measuring signal.

The situation is different when making measurements over very wide frequency ranges, especially in the video frequency range. Here the distortion of the measuring signal may lead to a display error that is up to twice as high as the signal generator distortion itself.

The easiest example for explanation is that of a low-pass filter. Suppose

the filter has an upper limit frequency of 10 Mc. It is therefore not possible for harmonic frequencies over 5 Mc to pass through to the output. A step in the response curve is noticeable at 1/2 the limit frequency caused by the elimination of the second harmonic from the output. This step does not actually exist in the response curve of the test item. Another step is noticeable at 1/3 the limit frequency due to the elimination of the third harmonic (Fig. 34).

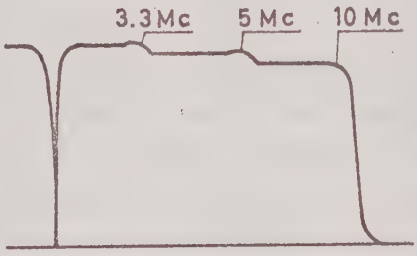


Fig. 34

Distortion caused by the test item itself (overdriving or non-linear characteristics) shows up in the measured results in the same manner.

We should note that distortion in the measuring signal or distortion caused by the test item shows up in the measured response curve as a measuring error, especially in wide-band measurements.

When making measurements on tuned trap circuits, the fundamental signal is suppressed, but not its harmonics. It must always be kept in mind that the distortion in the measuring signal causes a definite minimum indication no matter how high the actual signal suppression is (Fig. 35).

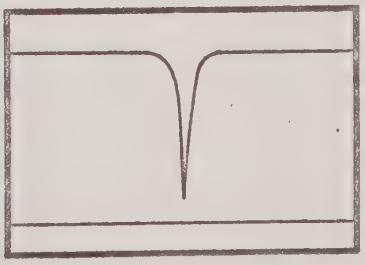


Fig. 35

Such measuring errors can only be avoided when the voltage at the output of the test item is measured with a selective circuit so that the harmonics are not included in the measurements.

100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

9.7 Behaviour of Diodes Measuring Signals Containing Distortion

If an RF voltage of a few volts is applied to a diode rectifier arrangement, the rectification is linear and follows the peak value of the RF voltage. This is not the case with small RF voltages of a few millivolts. The diodes are therefore driven on the curved portion of their characteristic curves; the output voltage is no longer proportional to the peak values, but rather the effective values of the RF voltage. The sweep signal generator output voltage is controlled from a diode circuit operating at a sufficient voltage level to provide a linear peak rectification. Because of the pass-band attenuation and the attenuation in the test item, the diode probe rectifier connected in the test item output may be driven by a very low voltage where linear detection does not prevail. The difference in operating levels of the detector diodes causes measuring errors, especially when making measurements on low-pass filters using a measuring signal that contains distortion.

When measuring a low-pass filter with a measuring signal containing distortion, the rectifier arrangements give different measuring results when the filter is driven with various input levels. This is especially true for test items having high pass-band attenuations.

10. Photographing the Display on the POLYSKOP

If it is desired to photograph the test patterns on the picture screen, any good camera is suitable. A photograph can be made without the use of a tripod by using the following:

Film sensitivity . . . 23° DIN or ASA 200
Exposure time . . . . 1/25 sec
Lense opening f/3.5

Single-lense reflex cameras are especially suited for this purpose because they are free from parallax errors.

When setting up the POLYSKOP, one should take care that no direct reflections from the room lighting, objects or persons are to be seen in the picture screen. It is better to darken the room, but it is not absolutely necessary.

The brightness control of the POLYSKOP should only be advanced so far that a sharp display pattern still exists. Using full beam intensity at the expense of sharpness, the exposure time may be reduced to 1/50 sec.

If the display patterns are to be photographed often, we recommend that a lense attachment be procured that allows the full screen to be photographed from a distance of about 60 cm.

50 x 100 S: ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Camera Adapter

A Camera Adapter BN 42442/2 is available to facilitate photographing the patterns displayed on POLYSKOPII. It is used in conjunction with Polaroid-Land cameras model 110 A with lens attachment No. 2 (close-up lens plus 2), or with 35-millimetre cameras with intermediate rings.

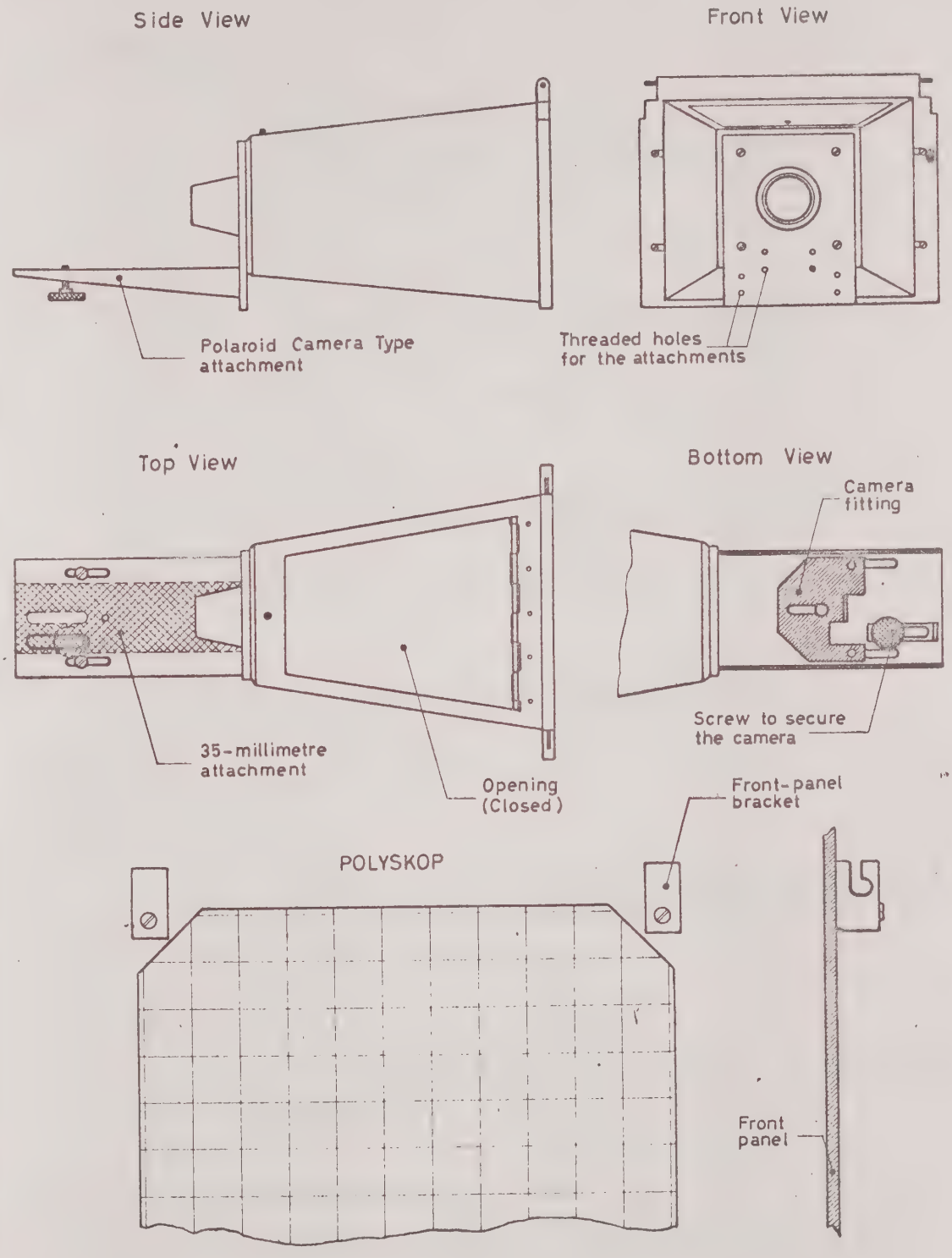
The camera adapter can be placed into two supporting brackets to be fixed on the POLYSKOP. The apparatus can thus be quickly assembled and disassembled.

The opening in the camera adapter is provided to enable observation of the displayed patterns before photographing. It must be closed during the exposure. The Polaroid-Land camera model 110 A and POLYSKOP can be set for use as follows:

film: Polophan Type 47 3000 ASA
lens opening 16
exposure time 1/15 sec
focus distance 4.5 ft. with lens attachment No. 2

normal brightness and graticule illumination on the POLYSKOP.

While the adjustments are being made, the objective with the lens attachment must touch the camera adapter. By replacing the Polaroid Camera Type attachment by the 35-millimetre attachment supplied (Exakta-Varex etc.), it is possible to use the normal method of photographing displayed patterns. When securing the attachment (see page 211) it is important to ensure that the edge of the picture runs parallel to the graticule of the POLYSKOP.



Attaching the Camera Adapter BN 4244/2

11. References

1 . . . . . R. Feldtkeller and H. Wilde,

"Gleitfrequenzen in Schwingungskreisen"

TFT Vol. 30,
No. 12, 1941, pp. 347-352

2 . . . . . J. Marique,

"The Response of RLC Resonant Circuits to EMF of Sawtooth Varying Frequency"

Proc. I.R.E.,
August 1952, pp. 945-950

3 . . . . . A. G. Clavier,

"Fundamental principles of Fourier transforms to variable frequency circuit analysis"

Proc. I.R.E.,
November 1949, pp. 1287-1290

4 . . . . . H. Salinger,

"Zur Theorie der Frequenzanalyse mittels Suchtons"

Elek. Nach. Tech.,
August 1929, pp. 293-302

5 . . . . . G. Hok,

"Response of linear resonant systems to excitation of a frequency varying linearly with time"

Jour. Appl. Phys.,
March 1948, pp. 240-250

6 . . . . . N. F. Barber and F. Ursell,

"The response of a resonant system to a gliding tone"

Phil. Mag.,
May 1948

7 . . . . . J. Marique,

"Note sur la réponse d'un circuit soumis à un balayage linéaire de fréquence"

L'Onde Electr.,
July 1951, pp. 313-315

8 . . . . . N. F. Barber,

"The optimum performance of a wave analyzer"

Elec. Eng.,
May 1949, pp. 175-179

0360; 50 x 100 S; ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Translations for Parts List

bei	at
Bemerkungen	Remarks
Benennung	Designation
Breitbandpentode	Pentode, wideband
Breitbandübertrager	Transformer, wideband
bzw.	respectively
Df-Kondensator	Capacitor, feed-through
Differentiationsspule	Coil
Doppel-Triode	Triode, twin
Draht-Drehwiderstand	Resistor, wire-wound, variable
Drahtwiderstand	Resistor, wire-wound
Drossel	Choke
Elektrolytkondensator	Capacitor, electrolytic
End-Pentode	Pentode, output
entfällt bei	not used for
enthalten im Ausgangsmeßkopf	Included in ouput measuring head
enthalten im Eingangsmeßkopf	Included in input measuring head
Entzerrerspule	Coil
Ferritrohrkern	Ferrit tube
Fernsehbildröhre	Picture tube
Germanium-Diode	Diode, germanium
HF-Drossel	Choke, RF
HF-Spule	Coil, RF
Hochspgs.-Gleichricht.	Rectifier, HT
Horizontalablenkspule	Coil, horiz. defl.
Kf-Kondensator	Capacitor, synth. foil
Kennzeichen	Ref. No.
Ker. Df-Kondensator	Capacitor, feed-through, ceramic
Keramik-Kondensator	Capacitor, ceramic
Klatschkondensator	Capacitor, bypass
Kleinstufenschalter	Switch, rotary, midget
Kontrollampe	Lamp, control
Kreisspule	Coil

Kristall-Diode	Diode, silicon
Ks-Kondensator	Capacitor, laquer-type
Lüftermotor	Motor, blower
MP-Kondensator	Capacitor, MP
Netzgleichrichter	Rectifier, power
Netzschalterkombinat.	Power switch assembly
Netztransformator	Transformer, power
NF-Pentode	Pentode, AF
Papier-Df-Kondensator	Capacitor, feed-through, paper
Papierkondensator	Capacitor, paper
Pentode	Pentode
Relais	Relay
Sach-Nr.	Stock No.
Schicht-Drehwiderstand	Resistor, depos. carbon, variable
Schichtwiderstand	Resistor, depos. carbon
Schmelzeinsatz	Fuse
Selengleichrichter	Rectifier, selenium
Silizium-Diode	Diode, silicon
Siebdrossel	Choke, filter
Skalenlampe	Lamp, scale
Stabilisationsröhre	Reference tube
Stabilisationszelle	Stabilizer cell
Steuerquarz	Crystal, oscillator
Stückzahl	Quantity
Teiler fein	1-dB attenuator
Teiler grob	10-dB attenuator
Trimmer	Trimmer
Trimmwert	Factory-adjusted
U_a-Meßdiode	Diode (E_{out} metering)
Umschalter	Switch
VDR-Widerstand	Resistor, VDR
Vertikalablenkspule	Coil, vert. defl.
Wobbelspule	Coil sweep
Wobbeltransformator	Transformer, sweep
Zener Diode	Diode, Zener

Schaltteilliste

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
BA1	Stabilisationszelle		BAS 11001
BA2	Stabilisationszelle		BAS 11001
C1	Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C2	Keramikkondensator	22 pF	CCH 31/22
C3	Keramikkondensator	22 pF	CCH 31/22
C4	Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C5	Keramikkondensator	150 pF	CCH 68/150
C6	Trimmer	2...10 pF	CV 914
C7	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 94/2200
C8	Ks-Kondensator	1 µF/60 V	CKL 1/1/60
C9	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 94/2200
C10	Papierkondensator	47 nF/400 V	CPK 62003 n 47
C11	Papierkondensator	100 nF/250 V	CPK 58004 n 100
C12	Keramikkondensator	56 pF	CCH 68/56
C13	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 94/2200
C14	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 94/2200
C15	Ks-Kondensator	1 µF/60 V	CKL 1/1/60
C16	Papierkondensator	47 nF/400 V	CPK 62003 n 47
C17	Papierkondensator	100 nF/250 V	CPK 58004 n 100
C18	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C19	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 94/2200
C20	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 94/2200
C21	Ks-Kondensator	1 µF/60 V	CKL 1/1/60
C22	Papierkondensator	47 nF/400 V	CPK 62003 n 47

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C23	Papierkondensator	100 nF/250 V	CPK 58004 n 100
C24	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C25	Ks-Kondensator	1 µF/60 V	CKL 1/1/60
C26	Papierkondensator	47 nF/400 V	CPK 62003 n 47
C27	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 94/2200
C28	Papierkondensator	100 nF/250 V	CPK 58004 n 100
C29	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 94/2200
C30	Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C31	Keramikkondensator	15 pF	CCG 68/ 15
C32	Keramikkondensator	6 pF	CCG 41/6
C33	Keramikkondensator	12 pF	CCG 68/12
C34	Keramikkondensator	10 pF	CCG 68/10
C35	Df-Kondensator	1000 pF	CFL 88/1000
C36	Df-Kondensator	1000 pF	CFL 88/1000
C37	Df-Kondensator	1000 pF	CFL 88/1000
C38	Df-Kondensator	1000 pF	CFL 88/1000
C39	Df-Kondensator	1000 pF	CFL 88/1000
C40	Df-Kondensator	1000 pF	CFL 88/1000
C41	Elektrolytkondensator	4 µF/350 V	CED 21/4/350
C42	Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C43	Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C44	Keramikkondensator	2 pF	CCG 41/2
C45	Keramikkondensator	Trimmwert	
C46	Keramikkondensator	6 pF 8 pF	CCG 41/6 CCG 68/8 parallel
C48	Keramikkondensator	3 pF	CCG 41/3
C49	Papierkondensator	100 nF/400 V	CPK 62004 n 100
C50	Papierkondensator	47 nF /400 V	CPK 62003 n 47

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C77	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250/2
C78	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250
C79	Kf-Kondensator	2200 pF/125 V	CKS 52155 n 2,2
C80	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250
C81	Elektrolytkondensator	8 µF/350 V	CED 21/8/350
C82	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 64155 n 1
C83	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250/1
C84	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250/1
C85	Keramikkondensator	100 pF	CCH 68/100
C86	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250/2
C87	Elektrolytkondensator	200 µF/350 V	CEG 21/100+100/350
C88	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250
C89	Kf-Kondensator	2200 pF/125 V	CKS 52155 n 2,2
C90	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250
C91	Elektrolytkondensator	8 µF/350 V	CED 21/8/350
C92	Ker.Df-Kondensator	2500 pF/500 V	CFR 1/2500/500
C93	Papierkondensator	4,7 nF/400 V	CPK 62003 n 4,7
C94	Papierkondensator	4,7 nF/400 V	CPK 62003 n 4,7
C95	Keramikkondensator	100 pF	CCH 68/100
C96	Keramikkondensator	100 pF	CCH 68/100
C97	Keramikkondensator	220 pF	CCH 68/220
C98	Keramikkondensator	220 pF	CCH 68/220
C99	Keramikkondensator	100 pF	CCH 68/100
C100	Elektrolytkondensator	4 µF/350 V	CED 21/4/350
C101	Elektrolytkondensator	100 µF/100 V	CED 21/100/100
C102	MP-Kondensator	0,5 µF/3200 V	CMR 0,5/3200
C103	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 94/2200

Strö/Be
24.2.65

Ä.Z. r
Ä.Z. y
Ä.Z. B

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C51	Papierkondensator	22 nF/400 V	CPK 62003 n 22
C52	Elektrolytkondensator	8 µF/350 V	CED 21/8/350
C53	Papierkondensator	47 nF/400 V	CPK 62003 n 47
C54	Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C55	Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C57	MP-Kondensator	0,5 µF/2000 V	CMR 0,5/2000/2
C58	MP-Kondensator	0,5 µF/3200 V	CMR 0,5/3200
C59	Elektrolytkondensator	100 µF/350 V	CEG 21/50 + 50/350
C60	Elektrolytkondensator	100 µF/350 V	CEG 21/50 + 50/350
C61	Elektrolytkondensator	100 µF/350 V	CEG 21/50 + 50/350
C62	Elektrolytkondensator	100 µF/350 V	CEG 21/50 + 50/350
C63	MP-Kondensator	2 µF/500 V	CMR 2/500
C64	MP-Kondensator	2 µF/500 V	CMR 2/500
C65	Keramikkondensator	220 pF	CCH 68/220
C66	Kf-Kondensator	330 pF	CCH 68/330
C67	Elektrolytkondensator	32 µF/350 V	CEG 21/16 + 16/350
C68	Elektrolytkondensator	32 µF/350 V	CEG 21/16 + 16/350
C69	Papierkondensator	47 nF 250 V	CPK 58003 n 47
C70	Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C71	Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C72	Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C73	Keramikkondensator	330 pF	CCH 68/330
C74	Keramikkondensator	330 pF	CCH 68/330
C75	Klatschkondensator		enth.im Ausgangsmeßkopf
C76	Klatschkondensator		enth.im Eingangsmeßkopf

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C104	Keramikkondensator	33 pF	CCH 68/33
C105	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C106	Ker.Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C107	Ker.Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C108	Keramikkondensator	56 pF	CCH 31/56
C109	Keramikkondensator	100 pF	CCH 68/100
C110	Keramikkondensator	10 pF	CCH 41/10
C111	Kf-Kondensator	470 pF/500 V	CKS 64135 p 470
C112	Keramikkondensator	27 pF	CCG 68/27
C113	Keramikkondensator	39 pF	CCH 31/39
C114	Keramikkondensator	39 pF	CCH 31/39
C115	Keramikkondensator	220 pF	CCH 68/220
C116	Papierkondensator	50 000 pF/250 V	CPM 50 000/250
C117	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C118	Papierkondensator	50 000 pF/250 V	CPM 50 000/250
C119	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C120	Bypass-Kondensator	2500 pF/350 V	CBR 1/2500/350
C121	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C122	Bypass-Kondensator	250 pF/350 V	CBR 1/250/350
C123	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C124	Keramikkondensator	27 pF	CCH 31/27
C125	Keramikkondensator	33 pF	CCH 31/33
C126	Ks-Kondensator	1 µF/60 V	CKL 1/1/60
C127	Kf-Kondensator	2200 pF/300 V	CKS 60155 n 2,2
C128	Elektrolytkondensator	4 µF/350 V	CED 21/4/350
C129	Papierkondensator	1 nF/1000 V	CPK 70003n 1
C131	Keramik-Kondensator	4 pF	CCG 41/4

FL2S
strö/Be
24.2.65

Ä.Z. r
Ä.Z. s
Ä.Z. t
Ä.Z. y
Ä.Z. B

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C132	Keramikkondensator	330 pF	CCG 94/330
C133	Keramikkondensator	100 pF	CCH 68/100
C135	Elektrolytkondensator	2500 µF/35 V	CEE 21/2500/35
C136	Keramikkondensator	10 pF	CCH 31/10
C138	Keramikkondensator	33 pF	CCH 68/33
C139	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C140	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C141	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C142	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C143	Keramikkondensator	22 pF	CCH 31/22
C144	Keramikkondensator	330 pF	CCG 94/330
C145	Keramikkondensator	68 pF	CCH 31/68
C146	Papierkondensator	10 nF/400 V	CPK 62003 n 10
C147	Keramikkondensator	68 pF	CCH 31/68
C148	Keramikkondensator	33 pF	CCH 68/33
C149	Ker.Df-Kondensator	200 pF	CFR 2/200
C150	Papierkondensator	47 nF/250 V	CPK 58003 n 47
Gl 2	Germanium-Diode		GCE 13480
Gl 3	Hochspg.-Gleichrichter	2000 V/2,5 mA	GNE 27/2000/2,5 D
Gl 4	Netzgleichrichter	B 500 C 600 Si	GKB 27560
Gl 5	Netzgleichrichter	B 250 C 600 Si	GKB 26560
Gl 6	Selengleichrichter		GNE 14/250/40 M
Gl 7	Silizium-Diode		GFE 27422
Gl 8	U_a-Meßdiode		4246 - 24.12
Gl 9	Germanium-Diode		4246-24.12
Gl 11	Germanium-Diode		GJE 22020

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL25
Ströß/Be
24.2.65

A.Z. r
A.Z. s
A.Z. t
A.Z. u
A.Z. v
A.Z. y
A.Z. z
A.Z. B
A.Z. C

ELW 4245 Sa	24 Blatt
Polyskop II	Bl.Nr. 6

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Gl 12	Germanium-Diode		GJE 22020
Gl 13	Netzgleichrichter		GNB 11/30/2000 B
Gl 14	Zenerdiode		GEE 25420 E 4,7
Gl 15	Hochspgs.-Gleichricht.	2000 V/2,5 mA	GNE 27/2000/2,5 D
Gl 16	Zenerdiode		GEE 26340 E 6,5
Gl 17	Hochspgs.-Gleichricht.	2000 V/2,5 mA	GNE 27/2000/2,5 D
Gl 18	Si-Gleichrichter		GKE 28744
Gl 19	Si-Gleichrichter		GKE 28744
L1	Kreisspule		BV 108 737
L2	HF-Drossel		DUF 311/20
L3	HF-Drossel		DUF 311/20
L4	Entzerrerspule		BV 108 738
L5	Ferritrohrkern		MFR 04372/15
L6	HF-Drossel		DUF 311/20
L7	Ferritrohrkern		MFR 04372/15
L8	Entzerrerspule		BV 108 738
L9	HF-Drossel		DUF 311/20
L10	Ferritrohrkern		MFR 04372/15
L11	Entzerrerspule		BV 108 738
L12	HF-Drossel		DUF 311/20
L13	Entzerrerspule		BV 108 739
L14	Entzerrerspule		BV 108 740
L15	Breitbandübertrager		BV 109 452
L16	HF-Drossel		DUF 311/20
L17	Wobbelspule		BV 106 334
L18	Kreisspule		BV 108 742
L19	Kreisspule		BV 109 453
L20	Wobbelspule		BV 106 334
L21	Wobbelspule		BV 106 334

EL2S
Strö/Be
24.2.65

Ä.Z. r
Ä.Z. s
Ä.Z. t
Ä.Z. B

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
L22	Kreisspule		BV 108 744
L23	Kreisspule		BV 108 745
L24	Wobbelspule		BV 106 334
L28	Siebdrossel		DB 125/2
L29	Siebdrossel		DB 125/2
L30	HF-Drossel		DUF 111/6
L31	Horizontalablenkspule		E 415 - 50
L32	Vertikalablenkspule		E 415 - 50
L33	HF-Drossel		DUF 311/20
L34	Kreisspule		BV 104 709
L35	Kreisspule		BV 104 706
L36	Kreisspule		BV 104 704
L37	HF-Drossel		DUF 411/200
L38	HF-Spule		BV 108 748
L39	HF-Drossel		DUF 311/20
L40	HF-Drossel		DUF 311/20
L41	HF-Drossel		DUF 311/20
L42	Drossel		BV 112 350
L43	Drossel		BV 112 350
L44	HF-Drossel		DUF 111/6
L45	HF-Drossel		BV 108 747
L46	Kreisspule		BV 108 737
L47	Ferritrohrkern		MFR 04372/15
L48	Ferritrohrkern		MFR 04372/15
L49	HF-Drossel		DUF 211/1
L50	Differentiationsspule	30 mH	BV 107 075.

EL2S
Strö/Be
24.2.75

A.Z. r

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Mo 1	**Lüftermotor**		ZAM 170710
M 1	Zentriermagnet		RöZ 41400
Q 1	Steuerquarz		QA 206 300/10 000
Q 2	Steuerquarz		QA 206 300/1000
R1	Schichtwiderstand	3,9k Ω/0,5 W	WFE 321 k 3,9
R2	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 47
R3	Schichtwiderstand	100 Ω/0,5 W	WFE 321 E 100
R4	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 47
R5	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 100
R6	Schichtwiderstand	10 Ω/0,3 W	WFE 221 E 10
R7	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390
R8	Schichtwiderstand	5,6 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 5,6
R9	Schichtwiderstand	220 Ω/0,5 W	WFE 321 E 220
R10	Schichtwiderstand	120 Ω/0,5 W	WFE 321 E 120
R11	Schichtwiderstand	22 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 22
R12	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 100
R13	Schichtwiderstand	10 Ω/0,3 W	WFE 221 E 10
R14	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390
R15	Schichtwiderstand	5,6 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 5,6
R16	Schichtwiderstand	180 Ω/0,5 W	WFE 321 E 180
R17	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 100
R18	Schichtwiderstand	10 Ω/0,3 W	WFE 221 E 10
R19	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390
R20	Schichtwiderstand	120 Ω/0,5 W	WFE 321 E 120
R21	Schichtwiderstand	22 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 22
R22	Schichtwiderstand	5,6 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 5,6

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL2S Strö/Be 13.4.66

Ä.Z. ✓
Ä.Z.w
Ä.Z.x
Ä.Z.B

ELW 4245 Sa	24 Blatt
Pol.Skop II	Bl.Nr.9

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R23	Schichtwiderstand	120 Ω/0,5 W	WFE 321 E 120
R24	Schichtwiderstand	270 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 270
R25	Schichtwiderstand	5,6 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 5,6
R26	Schichtwiderstand	180 Ω/0,5 W	WFE 321 E 180
R27	Schichtwiderstand	10 Ω/0,3 W	WFE 221 E 10
R28	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 100
R29	Schichtwiderstand	120 Ω/0,5 W	WFE 321 E 120
R30	Schichtwiderstand	1 kΩ/1 W	WFE 521 k 1
R31	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 1
R32	Schichtwiderstand	220 Ω/0,3 W	WFE 221 E 220
R33	Schichtwiderstand	10 kΩ/ 1 W	WFE 521 k 10
R34	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 47
R35	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 47
R36	Schichtwiderstand	1,5 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 1,5
R37	Schichtwiderstand	3,9 kΩ/1 W	WFE 521 k 3,9
R38	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 47
R39	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 47
R40	Schichtwiderstand	2,2 kΩ/1 W	WFE 521 k 2,2
R41	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390
R42	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390
R43	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390
R44	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390
R45	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390
R46	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390
R47	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390
R48	Schichtwiderstand	390 Ω/0,5 W	WFE 321 E 390

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL2S Stro/Be 13.4.66

A.Z. V

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R51	Schichtdrehwiderstand	1 MΩ lin.	WS 9122 F/1 M
R52	Schichtdrehwiderstand	10 kΩ	WSD 100
R53	Schichtdrehwiderstand	50 kΩ	WSD 100
R54	Schichtwiderstand	100 kΩ/1 W	WFE 521 k 100
R55	Schichtwiderstand	82 Ω/0,3 W	WFE 221 E 82
R58	Schichtdrehwiderstand	25 kΩ lin.	WS 9122 F/25 k
R59	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 39
R60	Schichtdrehwiderstand	500 Ω	WSD 101
R61	Schichtdrehwiderstand	2,5 kΩ	WSD 101
R62	Schichtwiderstand	33 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 33
R63	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 47
R64	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 10
R65	Schichtwiderstand	100 MΩ/2 W	WFS 3/100 M/2
R67	Drahtwiderstand	3 kΩ/12 W	WV 12/3 k
R68	Drahtdrehwiderstand	100 Ω lin.	WR 4/100
R69	Drahtdrehwiderstand	100 Ω lin.	WR 4/100
R70	Schichtdrehwiderstand	250 kΩ lin.	WS 9122 F/250 k
R71	Schichtwiderstand	2,2 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 2,2
R72	Schichtwiderstand	5,6 kΩ/1 W	WFE 521 k 5,6
R73	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 100
R74	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,3 W	WFE 221 M 1
R75	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 47
R76	Schichtdrehwiderstand	10 kΩ lin.	WS 9122 F/10 k
R77	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 100
R78	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 220
R79	Schichtwiderstand	500 kΩ lin.	WS 9122 F/500 k
R80	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R81	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 220

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL2S Strö/Be 13.4.66.

A.Z. v
A.Z. w
A.Z. x

ELW 4245 Sa	24 Blatt
Polyskop II	Bl.Nr.11

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R82	Schichtwiderstand	470kΩ/0,3 W	WFE 221 k 470
R83	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R84	VDR-Widerstand		WUC 31241
R85	VDR-Widerstand		WUC 31241
R86	Schichtwiderstand	330 Ω/0,5 W	WFE 321 E 330
R87	Schichtdrehwiderstand	5 kΩ lin.	WS 9122 F/5 k
R88	Schichtdrehwiderstand	5 kΩ lin.	WS 9122 F/5 k
R89	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 39
R90	Schichtwiderstand	1 Ω/4 W	WV 4/1
R91	Schichtwiderstand	390 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 390
R92	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,3 W	WFE 221 M 1
R93	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 10
R94	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R95	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 100
R96	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 220
R97	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R98	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R99	Schichtwiderstand	22 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 22
R100	Schichtdrehwiderstand	250 kΩ lin.	WS 9122 F/250 k
R101	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 220
R102	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 47
R103	Schichtwiderstand	56 Ω/1 W	WFE 521 E 56
R104	Schichtwiderstand	100 Ω/0,3 W	WFE 221 E 100
R105	Schichtwiderstand	120 Ω/0,3 W	WFE 221 E 120
R106	Schichtwiderstand	100 Ω/0,3 W	WFE 221 E 100
R107	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 10
R108	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 220
R109	Schichtwiderstand	120 Ω/0,3 W	WFE 221 E 120
R110	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 100

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL 2S Stro/Bc 13.4.66

A.Z. V

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R111	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R112	Schichtwiderstand	100 Ω/0,3 W	WFE 221 E 100
R113	Schichtwiderstand	82 Ω/0,3 W	WFE 221 E 82
R114	Schichtwiderstand	220 Ω/0,3 W	WFE 221 E 220
R115	Schichtwiderstand	390 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 390
R116	Schichtwiderstand	100 Ω/0,3 W	WFE 221 E 100
R117	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 220
R118	Schichtwiderstand	33 Ω/0,5 W	WFE 321 E 33
R119	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 100
R120	Schichtwiderstand	50 Ω ± 0,5 %/1 W bei BN 4245/50	WFK 611/50/0,5/1
		60 Ω ± 0,5 %/1 W bei BN 4245/60	WFK 611/60/0,5/1
R121	Schichtdrehwiderstand	500 kΩ log.	WS 7226/500 k
R122	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R123	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 39
R124	Schichtwiderstand	270 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 270
R125	Schichtwiderstand	120 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 120
R126	Schichtwiderstand	1,2 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 1,2
R127	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R128	Schichtwiderstand	22 MΩ/1W	WFE 521 M 22
R129	Schichtwiderstand	4,7 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 4,7
R130	Schichtwiderstand	56 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 56
R131	Schichtwiderstand	68 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 68
R132	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 220
R133	Schichtwiderstand	5,6 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 5,6
R134	Schichtwiderstand	22 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 22
R135	Schichtwiderstand	1,5 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 1,5
R136	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL2S Strö/Bc 13.4.66

Ä.Z. v
Ä.Z. y

4302; 0764; 50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R137	Schichtwiderstand	2,7 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 2,7
R138	Schichtwiderstand	33 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 33
R139	Schichtwiderstand	4,7 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 4,7
R140	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 39
R141	Drahtdrehwiderstand	50 Ω lin.	WR 4/50
R142	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 39
R143	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R144	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 100
R145	Schichtwiderstand	120 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 120
R146	Schichtwiderstand	120 Ω/0,3 W	WFE 221 E 120
R147	Schichtwiderstand	220 Ω/0,3 W	WFE 221 E 220
R148	Schichtwiderstand	120 Ω/0,3 W	WFE 221 E 120
R149	Schichtwiderstand	470 Ω/0,3 W	WFE 221 E 470
R150	Schichtdrehwiderst.	10 kΩ lin.	WS 9122 F/10 k
R151	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 47
R152	Schichtdrehwiderst.	10 kΩ lin.	WS 9122 F/10 k
R153	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 39
R154	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R155	Schichtwiderstand	150 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 150
R156	Schichtwiderstand	27 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 27
R158	Schichtwiderstand	680 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 680
R159	Schichtwiderstand	270 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 270
R160	Schichtdrehwiderst.	250 kΩ lin.	WS 7126/250 k
R161	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R162	Schichtwiderstand	220 Ω/0,5 W	WFE 321 E 220
R163	Schichtwiderstand	33 Ω/0,3 W	WFE 221 E 33
R164	Drahtwiderstand	10 kΩ lin.	WR 10 F/10 k
R165	Schichtwiderstand	820 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 820
R166	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 220
R167	Schichtwiderstand	50 kΩ lin.	WS 7122 F/50 k

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL2S Ströbe 13.4.66

A.Z.V

4302; 0764; 50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R168	Schichtdrehwiderst.	50 kΩ lin.	WS 7122 F/50 k
R169	Schichtdrehwiderst.	500 kΩ log.	WS 7226/500 k
R170	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R171	Schichtwiderstand	270 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 270
R172	Schichtwiderstand	120 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 120
R173	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 39
R174	Schichtwiderstand	1,2 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 1,2
R175	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R176	Schichtwiderstand	22 MΩ/1 W	WFE 521 M 22
R177	Schichtwiderstand	56 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 56
R178	Schichtwiderstand	68 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 68
R179	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 220
R180	Schichtwiderstand	5,6 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 5,6
R181	Schichtwiderstand	22 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 22
R182	Schichtwiderstand	1,5 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 1,5
R183	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R184	Schichtwiderstand	2,7 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 2,7
R185	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 10
R186	Schichtwiderstand	4,7 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 4,7
R187	Schichtdrehwiderst.	500 Ω lin.	WS 9122 F/500
R188	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 220
R189	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 39
R190	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 39
R191	Schichtdrehwiderst.	100 kΩ lin.	WS 9122 F/100 k
R192	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 10
R193	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 10
R194	Schichtwiderstand	470 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 470
R195	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL2S Strö/Be 13.4.66

Ä.Z. V

4302,0764,50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R196	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,3 W	WFE 221 M 1
R197	Schichtwiderstand	820 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 820
R198	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 47
R199	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,3 W	WFE 221 M 1
R200	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,3W	WFE 221 M 1
R201	Schichtwiderstand	560 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 560
R202	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 47
R203	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 47
R204	Schichtwiderstand	560 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 560
R205	Schichtwiderstand	390 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 390
R206	Schichtwiderstand	1,2 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 1,2
R207	Schichtwiderstand	470 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 470
R208	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 10
R209	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 47
R210	Schichtwiderstand	470 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 470
R211	Schichtwiderstand	470 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 470
R212	Schichtwiderstand	33 Ω/0,3 W	WFE 221 E 33
R213	Schichtwiderstand	33 Ω/0,3 W	WFE 221 E 33
R214	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R215	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R216	Schichtwiderstand	22 kΩ/1 W	WFE 521 k 22
R217	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5W	WFE 321 k 100
R218	Schichtdrehwiderstand	25 kΩ lin.	WS 7122 F/25 k
R219	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 47
R220	Schichtwiderstand	8,2 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 8,2
R221	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 47
R222	Schichtdrehwiderstand	1 MΩ lin.	WS 7126/1 M
R223	Schichtwiderstand	150 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 150

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL2S Strö/Be 13.4.66

Ä.Z. V

4302,0764,50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R224	Schichtdrehwiderstand	50 kΩ lin.	WS 7126/50 k
R225	Schichtwiderstand	22 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 22
R226	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 39
R227	Schichtwiderstand	39 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 39
R228	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R229	Schichtwiderstand	470 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 470
R230	Schichtwiderstand	470 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 470
R231	Schichtwiderstand	470 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 470
R232	Schichtwiderstand	220 Ω/0,3 W	WFE 221 E 220
R233	Schichtwiderstand	47 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 47
R234	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 220
R235	Schichtwiderstand	220 Ω/0,3 W	WFE 221 E 220
R236	Schichtwiderstand	2,2 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 2,2
R237	Schichtwiderstand	470 Ω/0,5 W	WFE 321 E 470
R238	Schichtwiderstand	3,9kΩ/1 W	WFE 521 k 3,9
R239	Schichtwiderstand	3,3 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 3,3
R240	Schichtwiderstand	60 Ω/1 %/0,3 W	WFE 241 E 60
R241	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 10
R242	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 220
R243	Schichtwiderstand	3,3 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 3,3
R244	Schichtwiderstand	220 Ω/0,3 W	WFE 221 E 220
R245	Schichtwiderstand	2,2 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 2,2
R246	Schichtwiderstand	5,6 Ω/0,3 W	WFE 221 E 5,6
R247	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,3 W	WFE 221 M 1
R248	Schichtwiderstand	60 Ω/1%/0,3 W	WFE 241 E 60
R249	Schichtwiderstand	330 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 330
R250	Schichtwiderstand	4,7 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 4,7

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL2S Strö/Be 13.4.66.

A.Z. V

4302; 0764; 50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R251	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 1
R252	Schichtwiderstand	220 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 220
R253	Schichtwiderstand	470 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 470
R254	Schichtdrehwiderst.	25 kΩ lin.	WS 7126/25 k
R255	Schichtwiderstand	330 Ω/0,5 W	WFE 321 E 330
R256	Schichtwiderstand	820 Ω/0,5 W	WFE 321 E 820
R257	Schichtwiderstand	3,9 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 3,9
R258	Schichtwiderstand	100 Ω lin.	WR 4 F/100
R259	Schichtwiderstand	56 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 56
R274	Schichtwiderstand	33 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 33
R275	Schichtwiderstand	270 Ω/0,5 W	WFE 321 E 270
R276	Schichtwiderstand	56 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 56
R277	Schichtwiderstand	120 Ω/0,3 W	WFE 221 E 120
R278	Schichtwiderstand	22 Ω/0,3 W	WFE 221 E 22
R279	Schichtwiderstand	33 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 33
R280	Schichtwiderstand	560 Ω/0,5 W	WFE 321 E 560
R281	Schichtwiderstand	220 Ω/0,3 W	WFE 221 E 220
R282	Schichtwiderstand	2,7 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 2,7
R283	Schichtwiderstand	100 Ω/0,3 W	WFE 221 E 100

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL2S
Stro/Be
13.4.66.

A.Z.V

4302, 0764, 50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach.-Nr.
R284	Schichtwiderstand	1M/0,5W	WFE 321 M 1
R285	Schichtwiderstand	100 k/0,5W	WFE 321 k 100
R287	Schichtwiderstand	220 Ω/0,3 W	WFE 221 E 220
R288	Schichtwiderstand	220 Ω/0,3 W	WFE 221 E 220
R289	Schichtdrehwider.	10 kΩ	WSG 11000/10 k
R290	Schichtwiderstand	39 Ω/0,3 W	WFE 221 E 39
R291	Drahtwiderstand	100 Ω	WD 100/6
R292	Drahtwiderstand	50 Ω	WD 50/4

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, mitteilung, Verwendung, Wiederholung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL 2S
Strö/Be
4.2.65

.Z. r
.Z. s
.Z. u
Z. v
.Z. w
.Z.
.Z.

ELW 4245 Sa	22 Blatt
Polyskop II	Bl.Nr.19

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Rl 1	Skalenlampe	6 V/0,5 A	RL 163
Rl 2	Skalenlampe	6 V/0,5 A	RL 163
Rl 3	Kontrollampe		RL 215
Rs1	Relais		RSS 130042
Rs4	Relais		RSS 130042
Rs5	Relais		RSS 130042
Rs6	Relais		RSS 130042
Rs7	Relais		RSS 130042
Rs8	Relais		RSS 130042
Rs9	Relais		RSD 110030
Rö1	Doppeltriode		ECC 81
Rö2	Breitbandpentode		E 280 F
Rö3	Breitbandpentode		E 280 F

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

EL 23
Strö/Be
24.2.65

Ä.Z. r
Ä.Z. s

ELW 4245 Sa	24 Blatt
Polyskop II	Bl.Nr.20

4302; 0764; 50 Dm ROHDE & SCHWARZ, MÜNCHEN

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Rö4	Breitbandpentode		E 280 F
Rö5	Breitbandpentode		EL 84
Rö6	Doppeltriode		E 88 CC
Rö7	Doppeltriode		E 88 CC
Rö8	Pentode		EF 86
Rö9	Pentode		EL 95
Rö10	Doppeltriode		ECC 81
Rö11	Pentode		EL 95
Rö12	Pentode		EF 86
Rö13	Fernsehbildröhre (TUBE)		AW 36-48
Rö14	NF-Pentode		EF 86
Rö15	Doppeltriode		ECC 81
Rö16	Doppeltriode		ECC 81
Rö17	Doppeltriode		EAA 91
Rö18	Doppeltriode		ECC 81
Rö19	Endpentode		EL 84
Rö20	NF-Pentode		EF 86
Rö21	Doppeltriode		ECC 81
Rö22	Doppeltriode		ECC 81
Rö23	Doppeltriode		ECC 81
Rö24	Doppeltriode		ECC 81
Rö25	Doppeltriode		ECC 81
Rö26	Doppeltriode		ECC 81
Rö27	Doppeltriode		E 88 CC
Rö28	Pentode		D 3 a
Rö29	Doppeltriode		ECC81
Rö30	Endpentode		EL 86

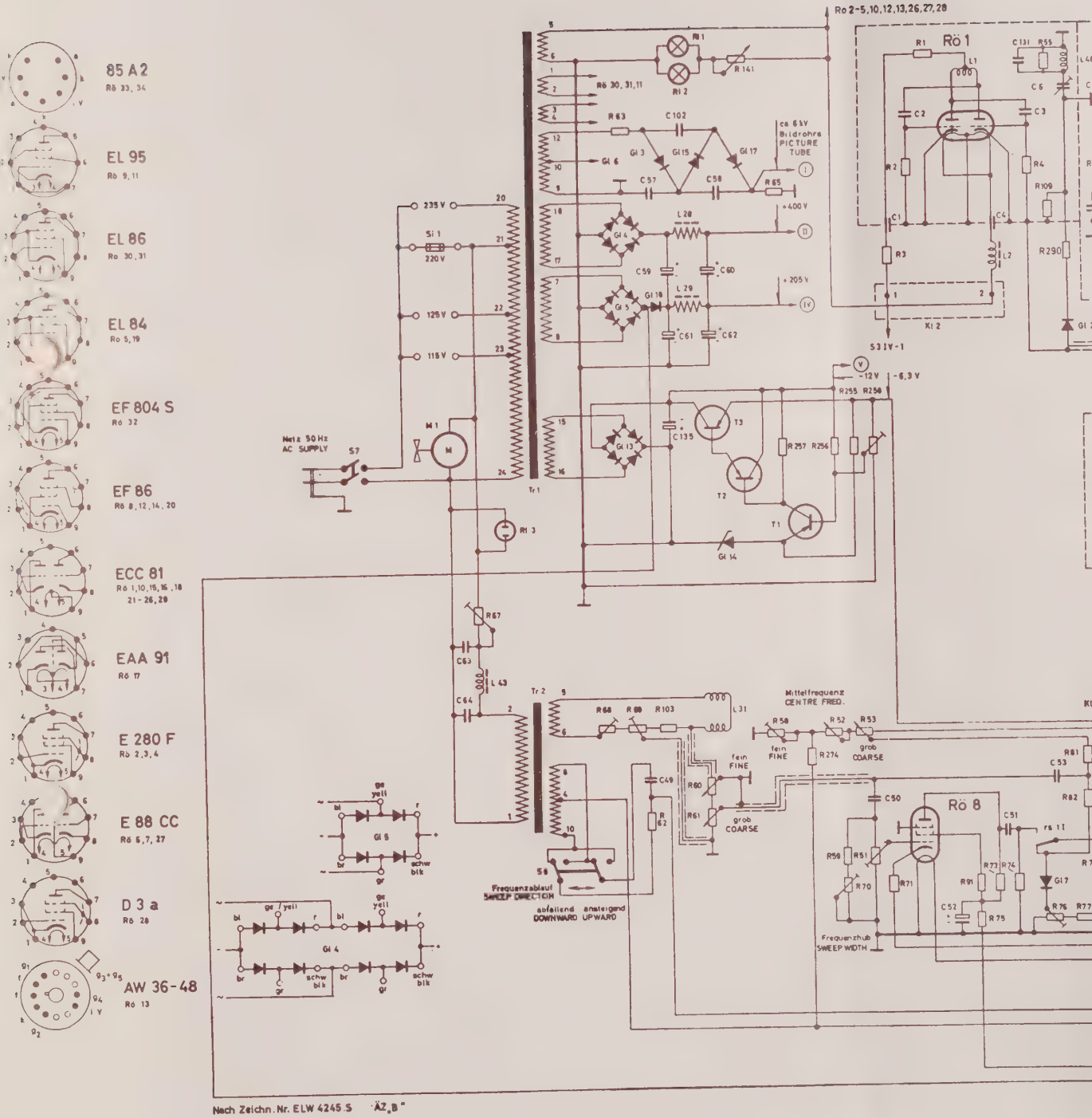
EL2S
Strö/Be
24.2.65

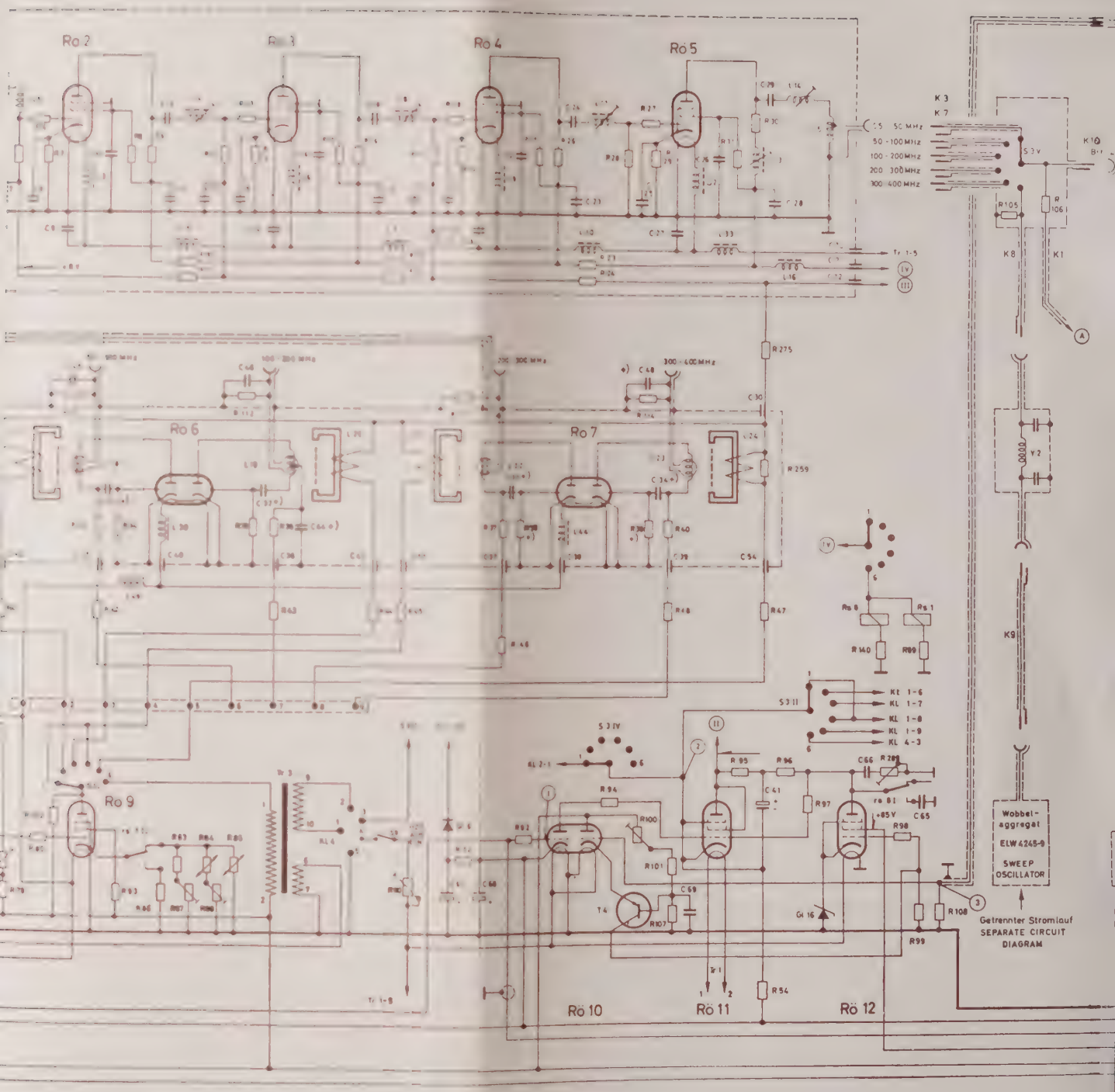
A.Z. r

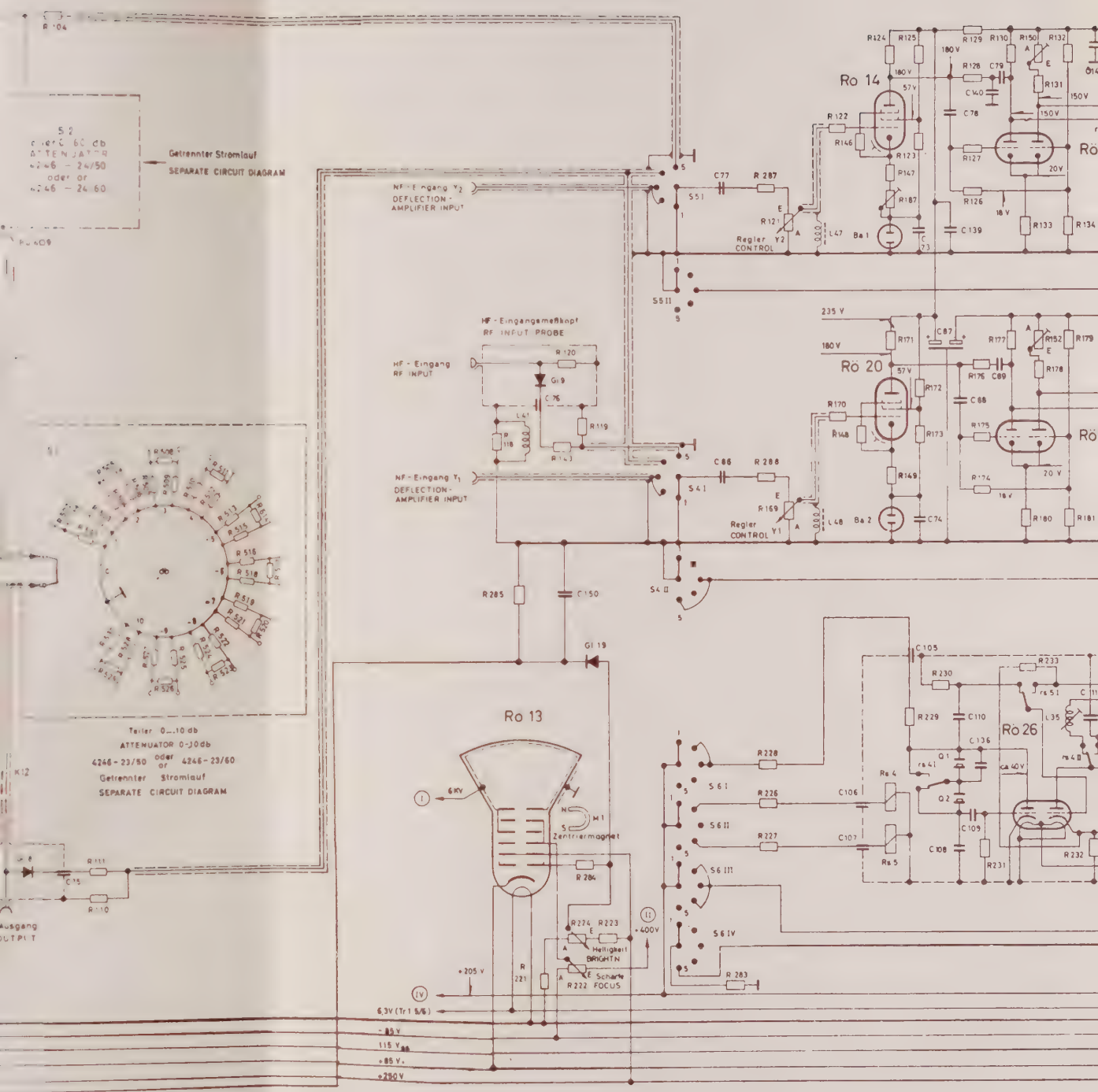
Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Rö31	Endpentode		EL 86
Rö32	NF-Pentode		EF 804 S
Rö33	Stabilisatorröhre		85 A 2
Rö34	Stabilisatorröhre		85 A 2
S1	1-db-Teiler		4246-23/...
S2	10-db-Teiler		4246-24/...
S3	Kleinstufenschalter		ELW 4245-18.6
S4	Kleinstufenschalter		SRW 14 220
S5	Kleinstufenschalter		SRW 14 220
S6	Kleinstufenschalter		SRW 14 220
S7	Netzschalterkombination		SRK 1
S8	Umschalter		SKB 60600
S9	Schiebeschalter		SSB 11101
Si1	Schmelzeinsatz		1 C DIN 41571
Tr1	Netztransformator		BV 104 501
Tr2	Wobbeltransformator		BV 112 114
Tr3	Ausgangstransformator		BV 108 712
T1	Trans. OC 604 spez.		GQE 14320
T2	Trans. OC 604 spez.		GQE 14320
T3	Trans. AD 130 V		GPE 14341
T4	Trans . ASY 27		GQE 13441
Y2	Filter		4246 - 26

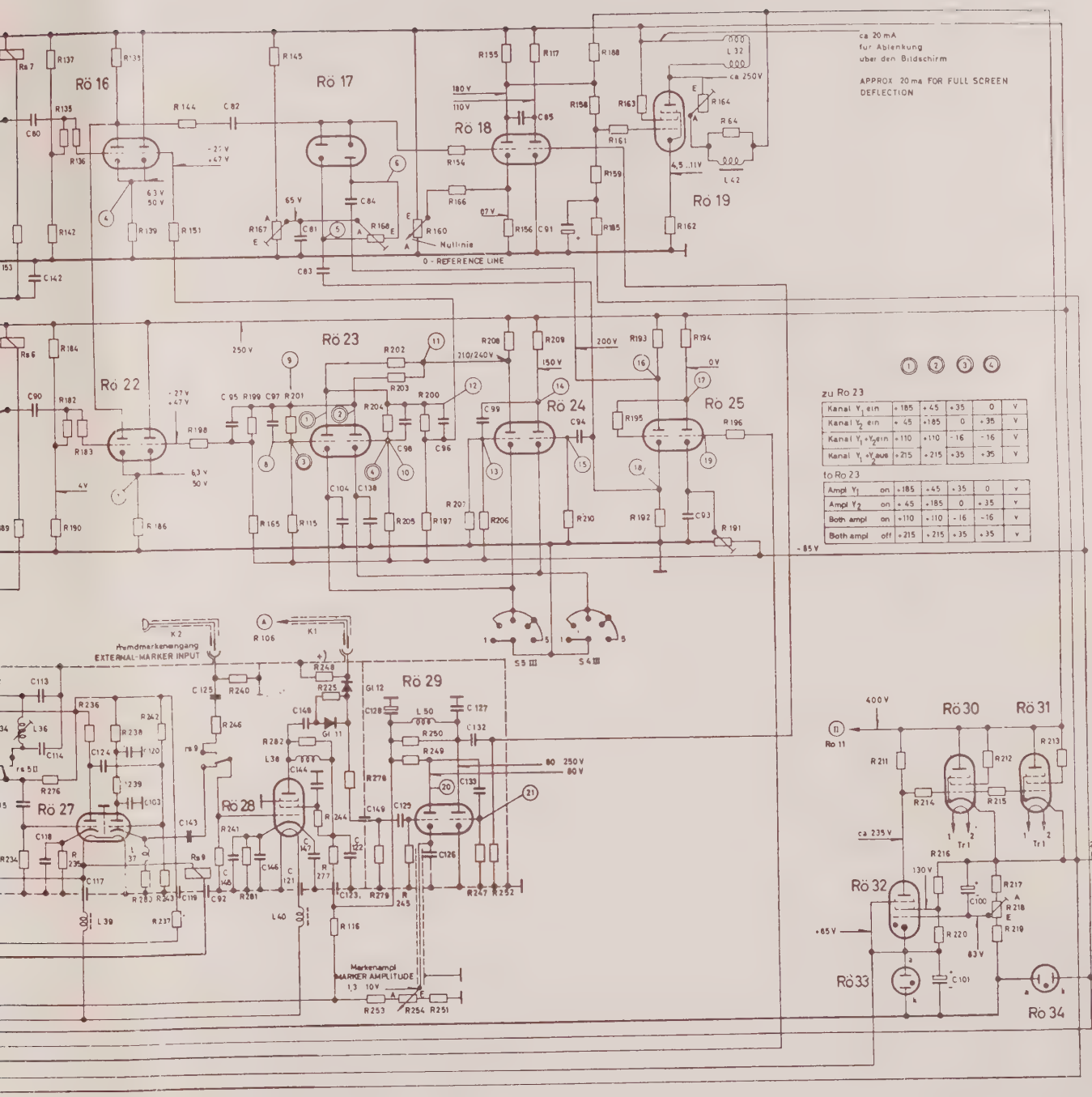
EL2S
Strö/Be
24.2.65

Ä.Z. r
Ä.Z. s
Ä.Z. t
A.Z. z
Ä.Z. D

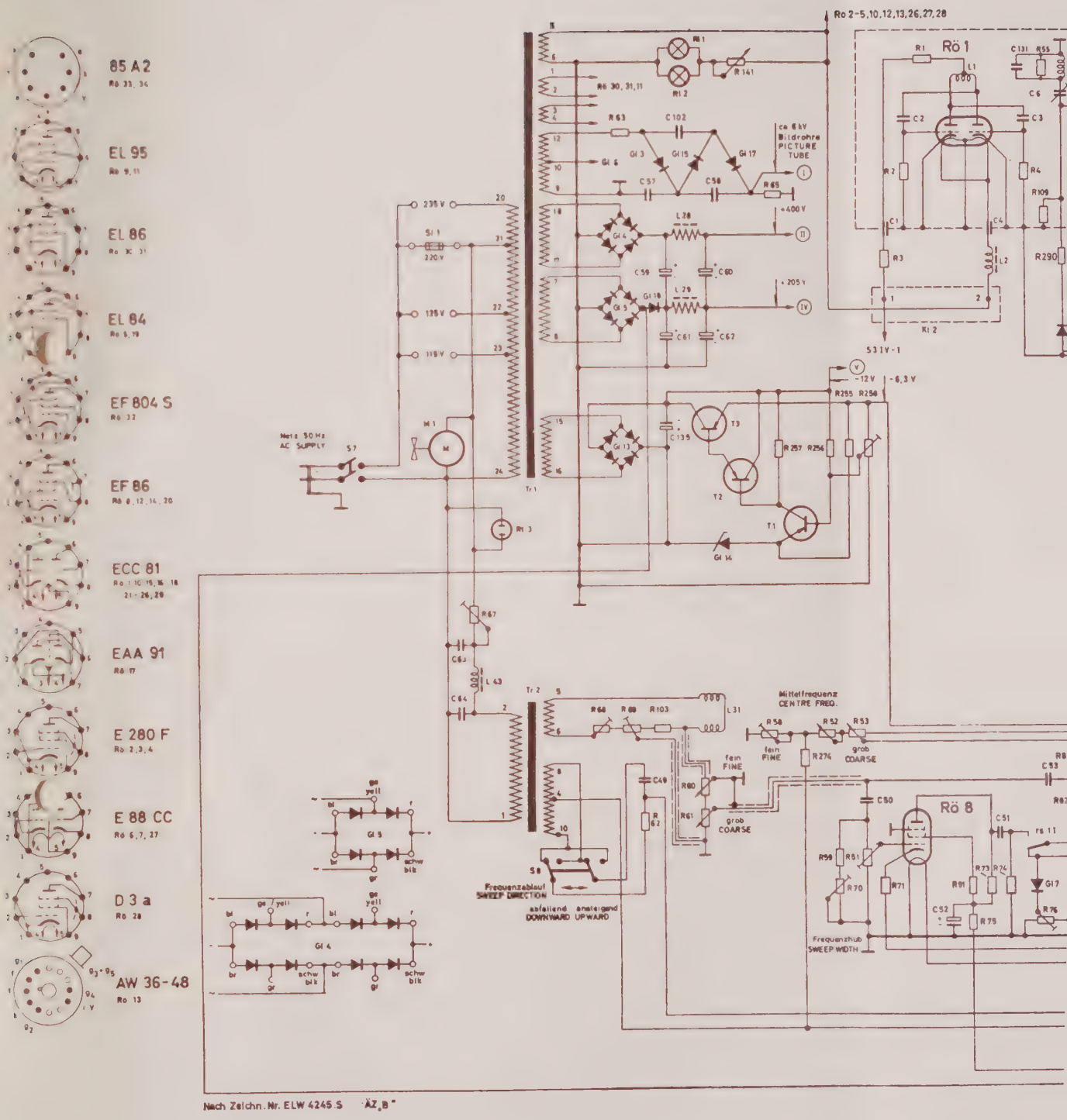

85 A2
Rö 33, 34
EL 95
Rö 9, 11
EL 86
Ro 30, 31
EL 84
Ro 5, 19
EF 804 S
Rö 32
EF 86
Rö 8, 12, 14, 20
ECC 81
Rö 1, 10, 15, 16, 18
21 - 26, 28
EAA 91
Rö 17
E 280 F
Rö 2, 3, 4
E 88 CC
Rö 6, 7, 27
D 3 a
Rö 28
AW 36-48
Rö 13
Ro 2-5, 10, 12, 13, 26, 27, 28
Rö 1
Rö 8
Netz 50 Hz
AC SUPPLY
Frequenzablauf
SWEEP DIRECTION
abfallend ansteigend
DOWNWARD UPWARD
Mittelfrequenz
CENTRE FREQ.
fein
FINE
grob
COARSE
Frequenzhub
SWEEP WIDTH
ca. 6 kV
Bildrohre
PICTURE TUBE
Nach Zeichn. Nr. ELW 4245.S "Äz„B"


Ro 2
Ro 3
Ro 4
Ro 5
Ro 6
Ro 7
Ro 9
Rö 10
Rö 11
Rö 12
50 - 100 MHz
100 - 200 MHz
200 - 300 MHz
300 - 400 MHz
Wobbel-aggregat
ELW 4248-9
SWEEP OSCILLATOR
Getrennter Stromlauf
SEPARATE CIRCUIT DIAGRAM

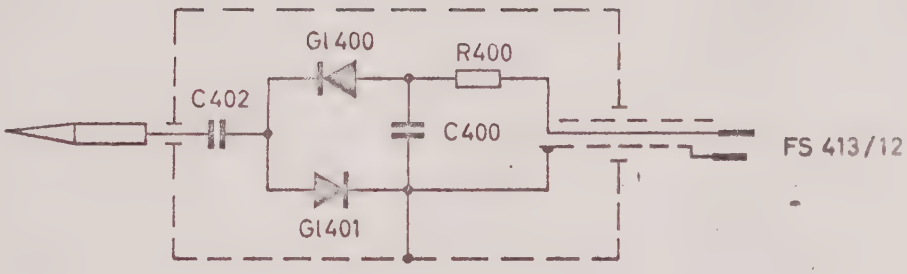

Getrennter Stromlauf
SEPARATE CIRCUIT DIAGRAM
NF - Eingang Y2
DEFLECTION - AMPLIFIER INPUT
HF - Eingangsmeßkopf
RF INPUT PROBE
HF - Eingang
RF INPUT
NF - Eingang Y1
DEFLECTION - AMPLIFIER INPUT
Regler CONTROL Y2
Regler CONTROL Y1
Ro 14
Rö 20
Ro 13
Ro 26
Teiler 0...10 db
ATTENUATOR 0-10db
4246 - 23/50 oder 4246 - 23/60
Getrennter Stromlauf
SEPARATE CIRCUIT DIAGRAM
Ausgang
OUTPUT
Zentriermagnet
Helligkeit
BRIGHTN
Schärfe
FOCUS
6KV
+400V
+205 V
6,3V (Tr 1 5/6)
- 85 V
115 V
+85 V
+250 V



Stromlauf
Circuit Diagram
SWOB II BN 4245/..
SWOB II A BN 42451/..


85 A 2
EL 95
EL 86
EL 84
EF 804 S
EF 86
ECC 81
EAA 91
E 280 F
E 88 CC
D 3 a
AW 36-48
Ro 2-5,10,12,13,26,27,28
Rö 1
Rö 8
Bildrohre
PICTURE
TUBE
Netz 50 Hz
AC SUPPLY
Mittelfrequenz
CENTRE FREQ.
fein
FINE
grob
COARSE
Frequenzablauf
SWEEP DIRECTION
abfallend
DOWNWARD
ansteigend
UPWARD
Frequenzhub
SWEEP WIDTH
Nach Zeichn. Nr. ELW 4245 S

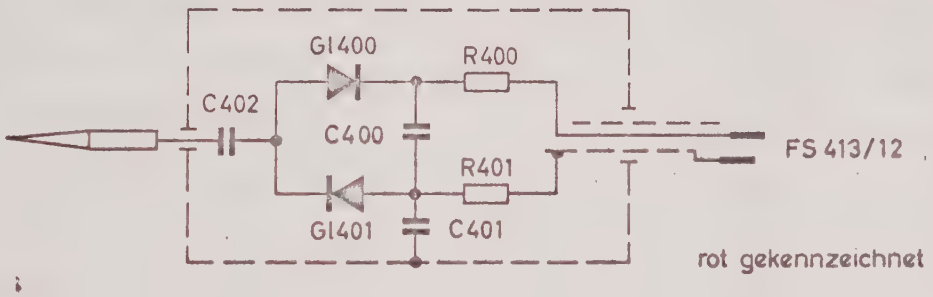
Stromlauf und Schaltteilliste zum HF-Tastkopf BN 42443



Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C400	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C402	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
Gl400	Germanium-Diode		GCE 14220
Gl401	Germanium-Diode		GCE 14220
R400	Schichtwiderstand	12 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 12

EL2S
24.2.65
Strö/Be
Ä.Z. r
Ä.Z. B

Stromlauf und Schaltteilliste zum HF-Tastkopf BN 42444

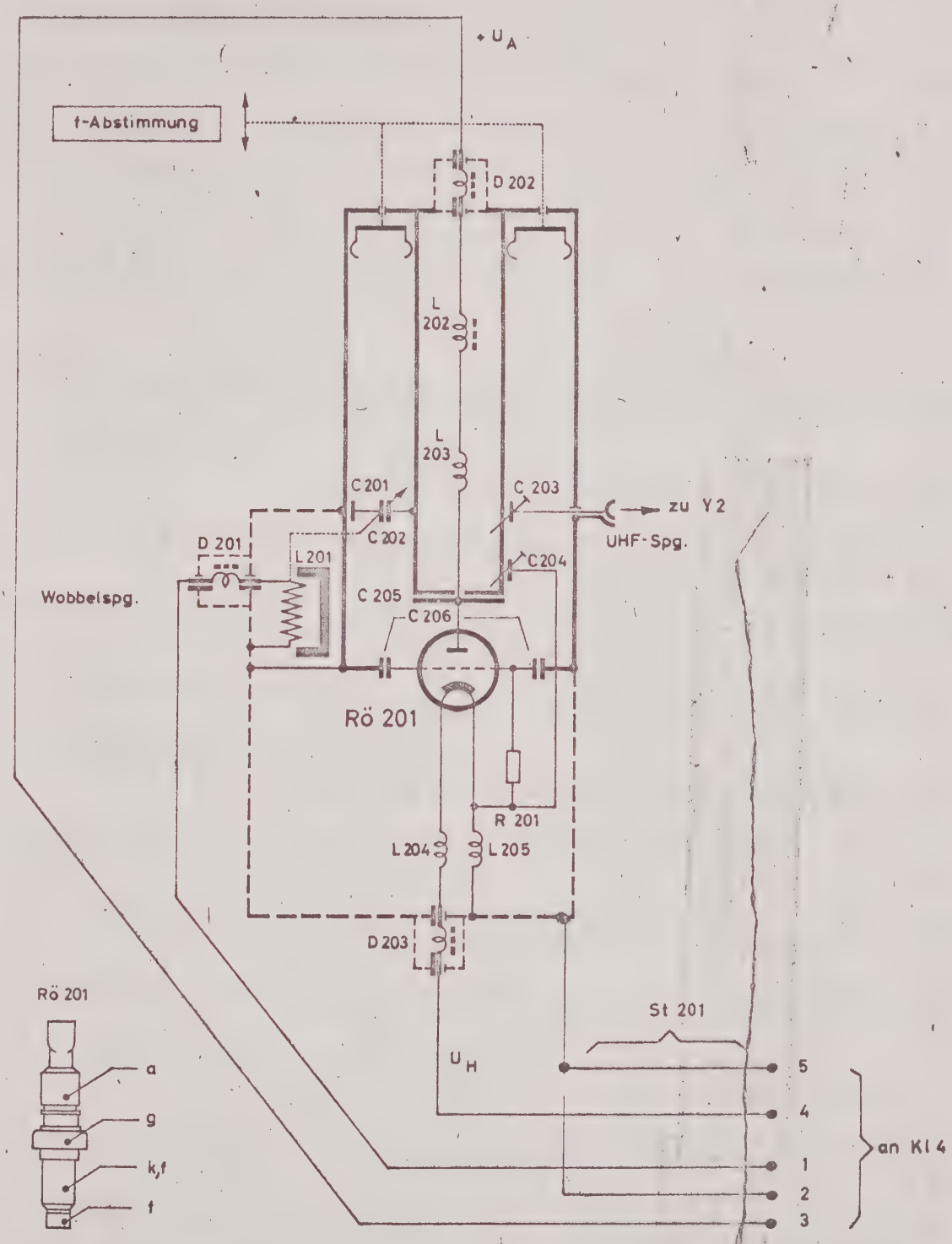


Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C400	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C401	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 91/2200
C402	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
G1400	Germanium-Diode		GCE 14220
G1401	Germanium-Diode		GCE 14220
R400	Schichtwiderstand	12 kΩ/0,3 W	WFE 221 k 12
R401	Schichtwiderstand	33 Ω/0,3 W	WFE 221 E 33

NLW 4245 Sa	24 Blatt
Polyskop II	Bl.Nr.24

Schaltteilliste zum Wobbelaggregat ELW 4245-9

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C201	Kondensator		enth. in 4246-1.20
C202	Wobbelkondensator		enth. in 4246-1.20
C203	Koppelkondensator		enth. in 4246-1
C204	Rückkoppelkondensator		enth. in 4246-1
C205	Anoden-Klatschkondens.		enth. in 4246-1
C206	Gitter-Klatschkondens.		enth. in 4246-1
D201	Df-Filter		DFP 13501
D202	Df-Filter		DFP 13501
D203	Df-Filter		DFP 13501
L201	Spule		4246-1.20.6
L202	Verdrosselung		enth. in 4246-1.3.3.
L203	Spule		4246-1.3.8
L204	Heizdrossel		4246-1.35
L205	Heizdrossel		4246-1.35
R201	Schichtwiderstand	800 Ω/0,5 W	WFE 321 E 800
Rö201	Scheibentriode		RH 7 C
St201	Stecker mit Kabel		ELW 4245-9.15



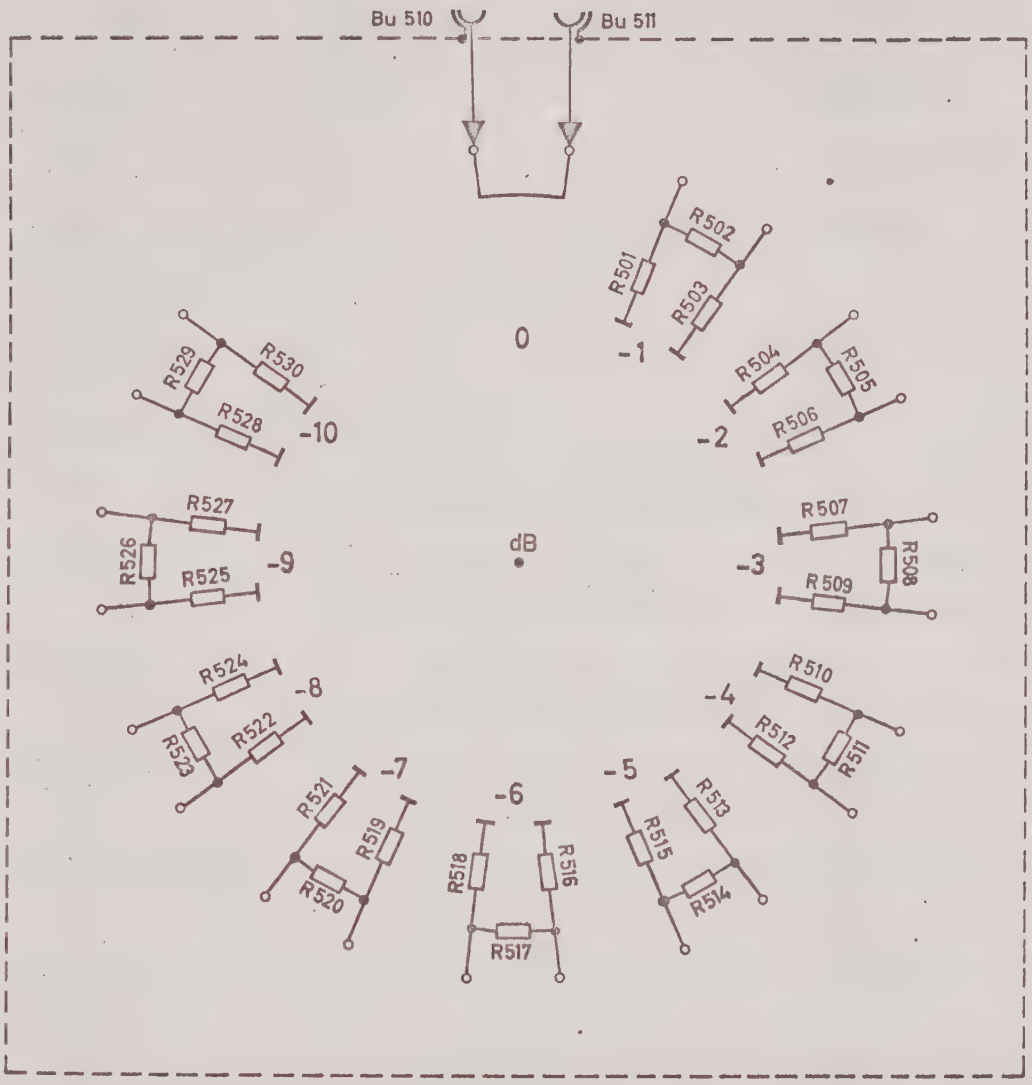
Stromlauf zum Wobbelaggregat ELW 4245-9

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Vervielfältigung, unbefugte Verwertung, Mitteilung an andere ist strafbar und schadenersatzpflichtig.

Schaltteilliste zum Teiler 0...10 dB (S1)

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Bu510	Buchse		4246-23-4-2/..
Bu511	Buchse		4246-23-4.2/..
R501	Schichtwiderstand	869,5Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 1043,4Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/869,5/1/0,05 WFS 22/1043,4/1/0,05
R502	Schichtwiderstand	5,77Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 6,93Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/5,77/1/0,05 WFS 22/6,93/1/0,05
R503	Schichtwiderstand	869,5Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 1043,4Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/869,5/1/0,05 WFS 22/1043,4/1/0,05
R504	Schichtwiderstand	434Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 520,8Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/434/1/0,05 WFS 22/520,8/1/0,05
R505	Schichtwiderstand	11,61Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 13,93Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/11,61/1/0,05 WFS 22/13,93/1/0,05
R506	Schichtwiderstand	434Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 520,8Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/434/1/0,05 WFS 22/520,8/1/0,05
R507	Schichtwiderstand	292,5Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 351Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/292,5/1/0,05 WFS 22/351/1/0,05
R508	Schichtwiderstand	17,61Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 21,13Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/17,61/1/0,05 WFS 22/21,13/1/0,05
R509	Schichtwiderstand	292,5Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 351Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/292,5/1/0,05 WFS 22/351/1/0,05
R510	Schichtwiderstand	220,9Ω/±1%/0,05 (50Ω-Ausfg.) 265,1Ω/±1%/0,05 (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/220,9/1/0,05 WFS 22/265,1/1/0,05
R511	Schichtwiderstand	23,84Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 28,6Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/23,84/1/0,05 WFS 22/28,6/1/0,05
R512	Schichtwiderstand	220,9Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 265,1Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/220,9/1/0,05 WFS 22/265,1/1/0,05
R513	Schichtwiderstand	178,5Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 214,2Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/178,5/1/0,05 WFS 22/214,2/1/0,05
R514	Schichtwiderstand	30,38Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 36,46Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/30,38/1/0,05 WFS 22/36,46/1/0,05
R515	Schichtwiderstand	178,5Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 214,2Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/178,5/1/0,05 WFS 22/214,2/1/0,05

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R516	Schichtwiderstand	150,5Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 180,6Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/150,5/1/0,05 WFS 22/180,6/1/0,05
R517	Schichtwiderstand	37,33Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 44,8Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/37,33/1/0,05 WFS 22/44,8/1/0,05
R518	Schichtwiderstand	150,5Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 180,6Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/150,5/1/0,05 WFS 22/180,6/1/0,05
R519	Schichtwiderstand	130,75Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 156,9Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/130,75/1/0,05 WFS 22/156,9/1/0,05
R520	Schichtwiderstand	44,78Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 53,74Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/44,78/1/0,05 WFS 22/53,74/1/0,05
R521	Schichtwiderstand	130,75Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 156,9Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/130,75/1/0,05 WFS 22/156,9/1/0,05
R522	Schichtwiderstand	116,15Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 139,3Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/116,15/1/0,05 WFS 22/139,3/1/0,05
R523	Schichtwiderstand	52,85Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 63,42Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/52,85/1/0,05 WFS 22/63,42/1/0,05
R524	Schichtwiderstand	116,15Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 139,3Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/116,15/1/0,05 WFS 22/139,3/1/0,05
R525	Schichtwiderstand	105Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 126Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/105/1/0,05 WFS 22/126/1/0,05
R526	Schichtwiderstand	61,55Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 73,86Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/61,55/1/0,05 WFS 22/73,86/1/0,05
R527	Schichtwiderstand	105Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 126Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/105/1/0,05 WFS 22/126/1/0,05
R528	Schichtwiderstand	96,3Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 115,6Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/96,3/1/0,05 WFS 22/115,6/1/0,05
R529	Schichtwiderstand	72,1Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 85,32Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/72,1/1/0,05 WFS 22/85,32/1/0,05
R530	Schichtwiderstand	96,3Ω/±1%/0,05W (50Ω-Ausfg.) 115,6Ω/±1%/0,05W (60Ω-Ausfg.)	WFS 22/96,3/1/0,05 WFS 22/115,6/1/0,05

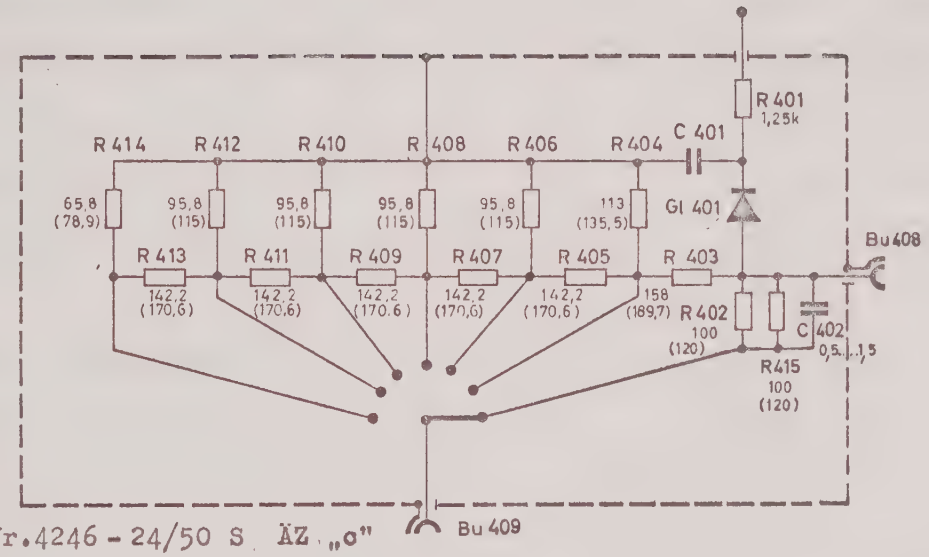


n. Zchng. Nr.4246 - 23/50 S „ohne ÄZ"

Teiler 0...10 dB (S1)

Schaltteilliste zum Teiler 0...60 dB (SZ) ÄZ „e"

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Bu408	Buchse		4246-24.7
Bu409	Buchse		15221-8.8/..
C401	Klatschkondensator		4246-24
C402	Keramikkondensator	etwa 0,5...1,5 pF	CCG 11/1.5
Gl 401	Messdiode		4246-24.12
R401	Schichtwiderstand	1,25 kΩ/0,1 W	WFS 5/1,25/0,1
R402	Schichtwiderstand	100 Ω/±1%/0,1 W (50Ω Ausfg.) 120 Ω/±1%/0,1 W (60Ω Ausfg.)	WFS 5/100/1/0,1 WFS 5/120/1/0,1
R403	Schichtwiderstand	158 Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 189,7Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/158/1/0,05 WFS 20/189,7/1/0,05
R404	Schichtwiderstand	113 Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 135,5Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/113/1/0,05 WFS 20/135,5/1/0,05
R405	Schichtwiderstand	142,2Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 170,6Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/142,2/1/0,05 WFS 20/170,6/1/0,05
R406	Schichtwiderstand	95,8 Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 115 Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/95,8/1/0,05 WFS 20/115/1/0,05
R407	Schichtwiderstand	142,2Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 170,6Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/142,2/1/0,05 WFS 20/170,6/1/0,05
R408	Schichtwiderstand	95,8 Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 115 Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/95,8/1/0,05 WFS 20/115/1/0,05
R409	Schichtwiderstand	142,2Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 170,6Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/142,2/1/0,05 WFS 20/170,6/1/0,05
R410	Schichtwiderstand	95,8 Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 115 Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/95,8/1/0,05 WFS 20/115/1/0,05
R411	Schichtwiderstand	142,2Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 170,6Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/142,2/1/0,05 WFS 20/170,6/1/0,05
R412	Schichtwiderstand	95,8 Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 115 Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/95,8/1/0,05 WFS 20/115/1/0,05
R413	Schichtwiderstand	142,2Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 170,6Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/142,2/1/0,05 WFS 20/170,6/1/0,05
R414	Schichtwiderstand	65,8 Ω/±1%/0,05W (50Ω Ausfg.) 78,9 Ω/±1%/0,05W (60Ω Ausfg.)	WFS 20/65,8/1/0,05 WFS 20/78,9/1/0,05
R415	Schichtwiderstand	100 Ω/±1%/0,1W (50Ω Ausfg.) 120 Ω/±1%/0,1W (60Ω Ausfg.)	WFS 5/100/1/0,1 WFS 5/120/1/0,1



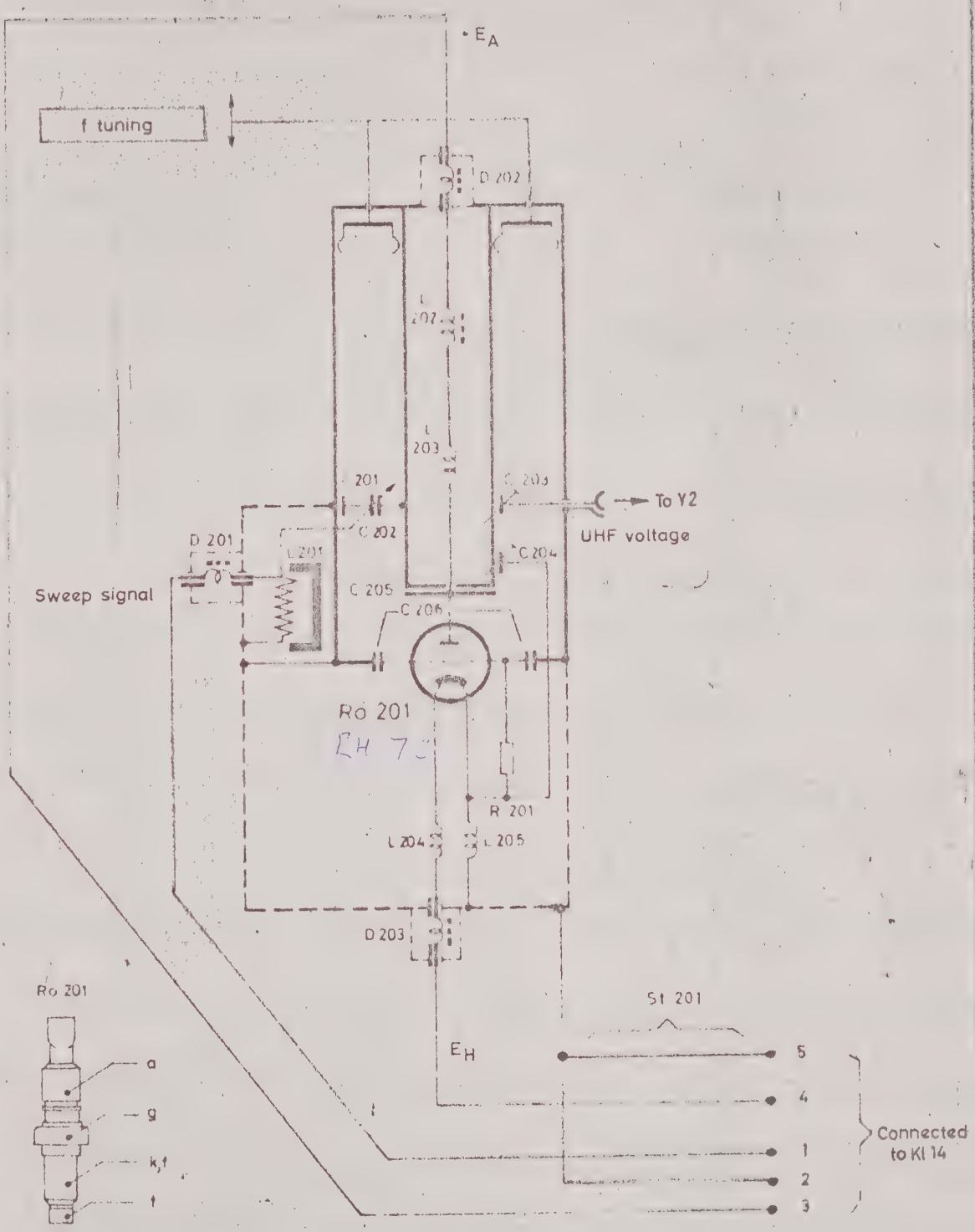
n.Zchng. Nr.4246 - 24/50 S ÄZ „o"

.... Werte für 50-Ω-Ausführung
(...) Werte für 60 und 75-Ω-Ausführung

Teiler 0...60 dB (S2)

Table of Replaceable Parts of Sweep Section ELW 4245 - 9

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C201	Capacitor		incl.in 4246-1.20
C202	Capacitor, sweep		incl.in 4246-1.20
C203	Capacitor, coupling		incl.in 4246-1
C204	Capacitor, feedback		incl.in 4246-1
C205	Capacitor, bypass, anode		incl.in 4246-1
C206	Capacitor, bypass, grid		incl.in 4246-1
D201	Filter, feed-through		DFP 13501
D202	Filter, feed-through		DFP 13501
D203	Filter, feed-through		DFP 13501
L201	Coil		4246-1.20.6
L202	Choke		incl.in 4246-1.3.3
L203	Coil		4246-1.3.8
L204	Choke, heater		4246-1.35
L205	Choke, heater		4246-1.35
R201	Resistor, depos.carbon	800 Ω/0.5 w	WFE 321 E 800
Rö201	Triode, disc-seal		RH 7 C
St201	Plug with cable		ELW 4245-9.15

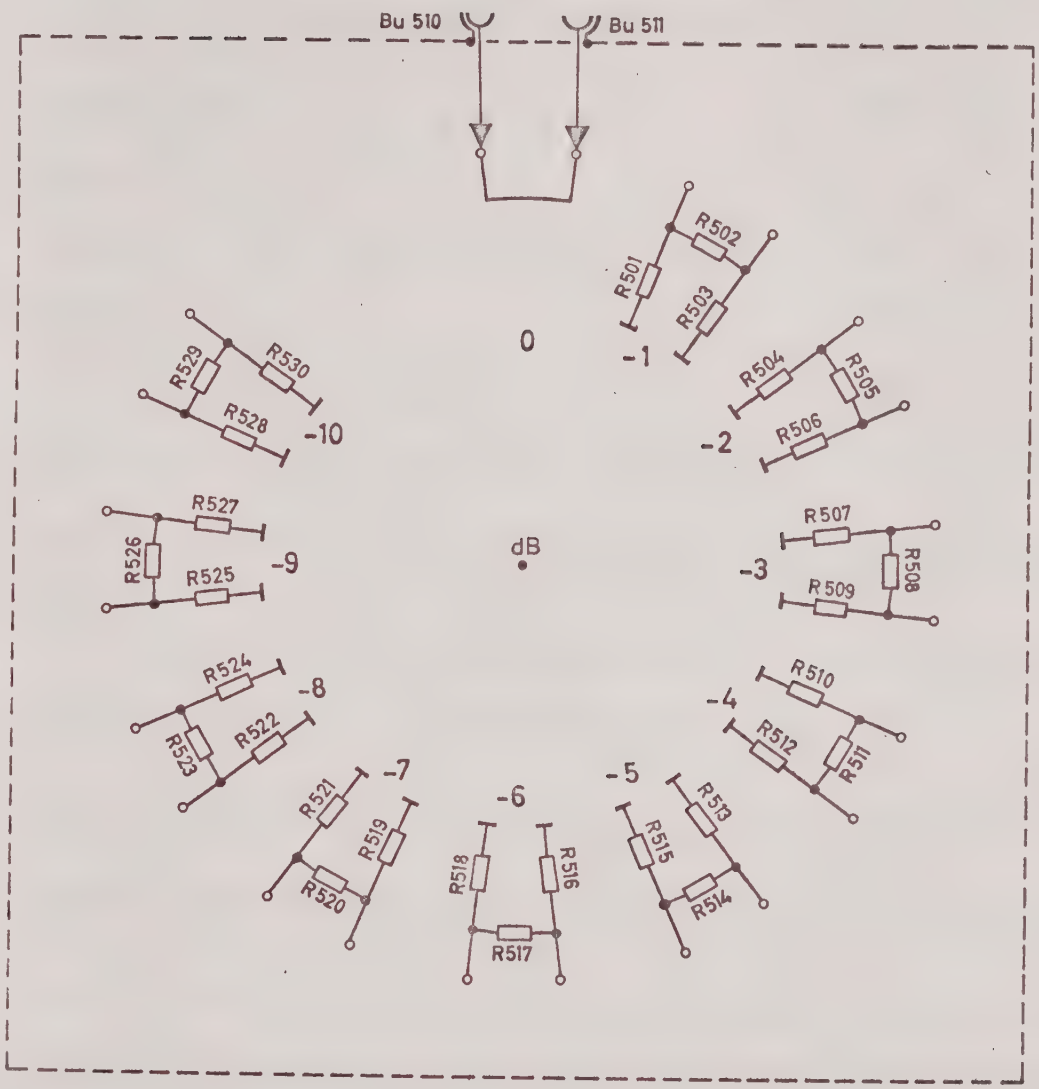


Circuit Diagram of Sweep Section ELW 4245-9

Table of Replaceable Parts for Attenuator 0-10 dB (S1)

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
Bu510	Socket, coaxial		4246-23-4-2/..
Bu511	Socket, coaxial		4246-23-4.2/..
R501	Resistor,dep.carbon	869.5Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 1043.4Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/869,5/1/0,05 WFS 22/1043,4/1/0,05
R502	Resistor,dep.carbon	5.77Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 6.93Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/5,77/1/0,05 WFS 22/6,93/1/0,05
R503	Resistor,dep.carbon	869.5Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 1043.4Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/869,5/1/0,05 WFS 22/1043,4/1/0,05
R504	Resistor,dep.carbon	434Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 520.8Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/434/1/0,05 WFS 22/520,8/1/0,05
R505	Resistor,dep.carbon	11.61Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 13.93Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/11,61/1/0,05 WFS 22/13,93/1/0,05
R506	Resistor,dep.carbon	434Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 520.8Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/434/1/0,05 WFS 22/520,8/1/0,05
R507	Resistor,dep.carbon	292.5Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 351Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/292,5/1/0,05 WFS 22/351/1/0,05
R508	Resistor,dep.carbon	17.61Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 21.13Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/17,61/1/0,05 WFS 22/21,13/1/0,05
R509	Resistor,dep.carbon	292.5Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 351Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/292,5/1/0,05 WFS 22/351/1/0,05
R510	Resistor,dep.carbon	220.9Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 265.1Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/220,9/1/0,05 WFS 22/265,1/1/0,05
R511	Resistor,dep.carbon	23.84Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 28.6Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/23,84/1/0,05 WFS 22/28,6/1/0,05
R512	Resistor,dep.carbon	220.9Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 265.1Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/220,9/1/0,05 WFS 22/265,1/1/0,05
R513	Resistor,dep.carbon	178.5Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 214.2Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/178,5/1/0,05 WFS 22/214,2/1/0,05
R514	Resistor,dep.carbon	30.38Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 36.46Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/30,38/1/0,05 WFS 22/36,46/1/0,05
R515	Resistor,dep.carbon	178.5Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 214.2Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/178,5/1/0,05 WFS 22/214,2/1/0,05

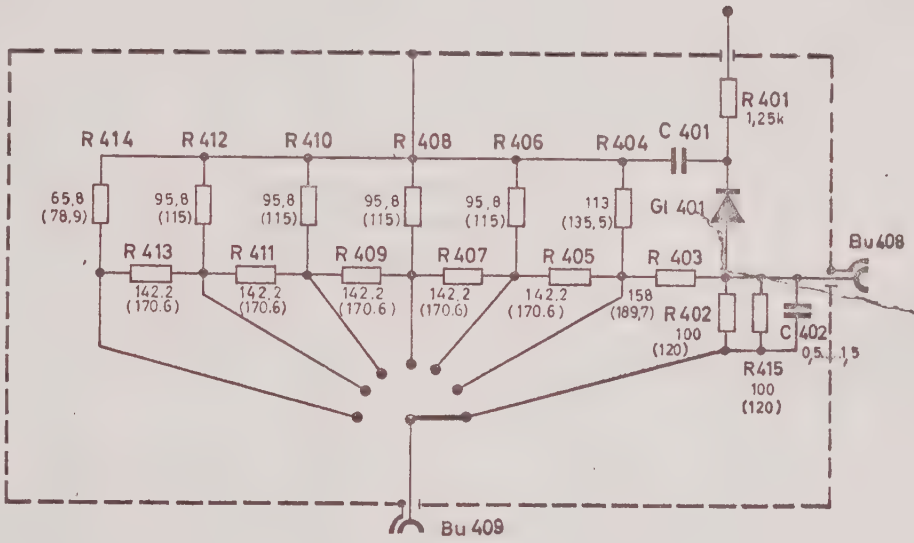
Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R516	Resistor,dep.carbon	150.5Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 180.6Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/150,5/1/0,05 WFS 22/180,6/1/0,05
R517	Resistor,dep.carbon	37.33Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 44.8Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/37,33/1/0,05 WFS 22/44,8/1/0,05
R518	Resistor,dep.carbon	150.5Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 180.6Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/150,5/1/0,05 WFS 22/180,6/1/0,05
R519	Resistor,dep.carbon	130.75Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 156.9Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/130,75/1/0,05 WFS 22/156,9/1/0,05
R520	Resistor,dep.carbon	44.78Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 53.74Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/44,78/1/0,05 WFS 22/53,74/1/0,05
R521	Resistor,dep.carbon	130.75Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 156.9Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/130,75/1/0,05 WFS 22/156,9/1/0,05
R522	Resistor,dep.carbon	116.15Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 139.3Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/116,15/1/0,05 WFS 22/139,3/1/0,05
R523	Resistor,dep.carbon	52.85Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 63.42Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/52,85/1/0,05 WFS 22/63,42/1/0,05
R524	Resistor,dep.carbon	116.15Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 139.3Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/116,15/1/0,05 WFS 22/139,3/1/0,05
R525	Resistor,dep.carbon	105Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 126Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/105/1/0,05 WFS 22/126/1/0,05
R526	Resistor,dep.carbon	61.55Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 73.86Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/61,55/1/0,05 WFS 22/73,86/1/0,05
R527	Resistor,dep.carbon	105Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 126Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/105/1/0,05 WFS 22/126/1/0,05
R528	Resistor,dep.carbon	96.3Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 115.6Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/96,3/1/0,05 WFS 22/115,6/1/0,05
R529	Resistor,dep.carbon	72.1Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 85.32Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/72,1/1/0,05 WFS 22/85,32/1/0,05
R530	Resistor,dep.carbon	96.3Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 115.6Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 22/96,3/1/0,05 WFS 22/115,6/1/0,05



Attenuator 0 - 10 dB (S1)

Table of Replaceable Parts for Attenuator 0-60 dB

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
Bu408	Socket, coaxial		4246-24.7
Bu409	Socket, coaxial		15221-8.8/..
C401	Capacitor, bypass		4246-24
C402	Capacitor, ceramic	approx. 0.5 to 1.5 pf	CCG 11/1.5
Gl 401	Diode (metering)		4246-24.12
R401	Resistor, dep. carbon	1.25 kΩ/0.1 w	WFS 5/1,25 k/0,1
R402	Resistor, dep. carbon	100 Ω/±1%/0.1 w (50Ω model) 120 Ω/±1%/0.1 w (60Ω model)	WFS 5/100/1/0,1 WFS 5/120/1/0,1
R403	Resistor, dep. carbon	158 Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 189.7Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/158/1/0,05 WFS 20/189,7/1/0,05
R404	Resistor, dep. carbon	113 Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 135.5Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/113/1/0,05 WFS 20/135,5/1/0,05
R405	Resistor, dep. carbon	142.2Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 170.6Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/142,2/1/0,05 WFS 20/170,6/1/0,05
R406	Resistor, dep. carbon	95.8 Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 115 Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/95,8/1/0,05 WFS 20/115/1/0,05
R407	Resistor, dep. carbon	142.2Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 170.6Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/142,2/1/0,05 WFS 20/170,6/1/0,05
R408	Resistor, dep. carbon	95.8 Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 115 Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/95,8/1/0,05 WFS 20/115/1/0,05
R409	Resistor, dep. carbon	142.2Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 170.6Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/142,2/1/0,05 WFS 20/170,6/1/0,05
R410	Resistor, dep. carbon	95.8 Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 115 Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/95,8/1/0,05 WFS 20/115/1/0,05
R411	Resistor, dep. carbon	142.2Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 170.6Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/142,2/1/0,05 WFS 20/170,6/1/0,05
R412	Resistor, dep. carbon	95.8 Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 115 Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/95,8/1/0,05 WFS 20/115/1/0,05
R413	Resistor, dep. carbon	142.2Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 170.6Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/142,2/1/0,05 WFS 20/170,6/1/0,05
R414	Resistor, dep. carbon	65.8 Ω/±1%/0.05w (50Ω model) 78.9 Ω/±1%/0.05w (60Ω model)	WFS 20/65,8/1/0,05 WFS 20/78,9/1/0,05
R415	Resistor, dep. carbon	100 Ω/±1%/0.1w (50Ω model) 120 Ω/±1%/0,1w (60Ω model)	WFS 5/100/1/0,1 WFS 5/120/1/0,1



... Values for 50-Ω model

(...) Values for 60 and 75-Ω model

Attenuator 0 - 60 dB (S2)

Zusammenstell-Vorschrift Nr. R 21790

zur deutsch / englischen Geräte ~~Grundgeräte-Einschub-Zusatzgeräte-Baugruppen-Einsatz-Rahmen-Anlagen~~ - Beschreibung für

Typ SWOB II BN 4245/50 4245/60 FNr. F 2647/1...120 F 2836/1...105*)

Zusammenstellung ..... nach Pos.-Nr.

Umschlag ..... ~~Karton mit Rückenbindung~~
1 Kunststoffordner 40 mm
~~Kunststoffordner 60 mm~~
~~ohne, dafür 4fachlochung mit Banderole~~

Umschlagbeschriftung .... ~~auf 1. Seite nach Vorlage R~~
auf Rücken nach Vorlage R 19195 Bl.6

Register ..... ~~Nr. 4319 (-1...10)~~
~~Nr. 4320 (11...20)~~
~~Nr. 4321 (21...30)~~
~~Nr. 4322 (31...40)~~

Pos.-Nr.	Teil	Sach-Nr.	Blatt-Nr.	ÄZ	Bemerkung
1	Titelblatt	R 21789	1		auf Karton
2	Hinweisblatt	R 14300			
3	Beschreibung	R 10982	2...4		
4	Beschreibung	R 12316	2		
5	Beschreibung	R 10982	6...8		
6	Beschreibung	R 12316	3		
7	Beschreibung	R 10982	10...11		
8	Beschreibung	R 12316	4		
9	Beschreibung	R 10982	13...15		
10	Beschreibung	R 12316	5		
11	Beschreibung	R 10982	17...54		
12	Beschreibung	R 21789	2		
13	Beschreibung	R 10982	56...73		
14	Beschreibung	R 21789	3...4		
15	Beschreibung	R 10982	76		
16	Beschreibung	R 21789	5		
17	Beschreibung	R 10982	78		
18	Beschreibung	R 21789	6		
19	Beschreibung	R 10982	80		
20	Beschreibung	R 19195	2		
21	Beschreibung	R 10982	82...95		
22	Titelblatt	R 21789	7		

5 KWB	Name	Datum
bearb.	Zenkl	11.3.71
geschr.	Boxl.	2.4.71
geprüft	[illegible]	13.4.71

*) ergänzt am 14.1.72 [illegible]

Liste besteht aus 3 Blatt | R 21790 Bl. 1

Pos-Nr.	Teil	Sach.-Nr.	Blatt-Nr	ÄZ	Bemerkung
23	Hinweisblatt	R 14500			
24	Beschreibung	R 10982	127...129		
25	Beschreibung	R 12316	6		
26	Beschreibung	R 10982	131...133		
27	Beschreibung	R 12316	7		
28	Beschreibung	R 10982	135		
29	Beschreibung	R 12316	8...9		
30	Beschreibung	R 10982	138...140		
31	Beschreibung	R 12316	10		
32	Beschreibung	R 10982	142...175		
33	Beschreibung	R 21789	8		
34	Beschreibung	R 10982	177...187		
35	Beschreibung	R 14083	2		
36	Beschreibung	R 10982	189...195		
37	Beschreibung	R 21789	9		
38	Beschreibung	R 10982	197		
39	Beschreibung	R 21789	10		
40	Beschreibung	R 10982	199		
41	Beschreibung	R 21789	11		
42	Beschreibung	R 10982	201		
43	Beschreibung	R 19195	4		
44	Beschreibung	R 10982	203...217		
45	Übersetzungsliste	R 12294/467	1...2		
46	Schaltteilliste	ELW 4245 Sa	1	y	
47	"	"	2	A	
48	"	"	3	z	
49	"	"	4	B	
50	"	"	5	B	
51	"	"	6	C	
52	"	"	7	B	
53	"	"	8	r	
54	"	"	9	B	
55	"	"	10	v	
56	"	"	11	x	
57	"	"	12	v	
58	"	"	13	y	
59	"	"	14	v	
60	"	"	15	v	
61	"	"	16	v	
62	"	"	17	v	
63	"	"	18	v	

Pos-Nr.	Teil	Sach.-Nr.	Blatt-Nr.	ÄZ	Bemerkung
64	Schaltteilliste	ELW 4245 Sa	19	C	
65	"	"	20	s	
66	"	"	21	r	
67	"	"	22	D	
68	Stromlauf	R 19195	5		
69	Stroml.u.Schaltt.	ELW 4245 Sa	23	B	
70	"	"	24	B	
71	Stroml.u.Schaltt.	R 10982	119...125		
72	"	"	242...248		
73	Zusammenst.-Vorschr.	R 21790			